



**TUGAS AKHIR - TK145501**

**PEMANFAATAN LIMBAH STYROFOAM  
SEBAGAI BAHAN *ADHESIVE* UNTUK KAYU  
DAN PAPAN PARTIKEL**

**YOGANTORO SUPRAPTO**  
NRP. 10411500000056

**PRIYAGUNG BAGUS NUGROHO**  
NRP. 10411500000067

Dosen Pembimbing  
Ir. Agus Surono, M.T.

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK KIMIA  
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**



---

**TUGAS AKHIR – TK145501**

**PEMANFAATAN LIMBAH STYROFOAM SEBAGAI  
BAHAN *ADHESIVE* UNTUK KAYU DAN PAPAN PARTIKEL**

Yogantoro Suprpto  
NRP. 10411500000056

Priyagung Bagus Nugroho  
NRP. 10411500000067

Dosen Pembimbing :  
Ir. Agus Surono, M.T.  
NIP. 19590729 198701 1 001

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK KIMIA  
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**



---

**FINAL PROJECT – TK145501**

**UTILIZATION OF STYROFOAM WASTE AS ADHESIVE  
MATERIALS FOR WOOD AND PARTICLE BOARDS**

Yogantoro Suprpto  
NRP. 10411500000056

Priyagung Bagus Nugroho  
NRP. 10411500000067

Dosen Pembimbing :  
Ir. Agus Surono, M.T.  
NIP. 19590729 198701 1 001

**DIPLOMA III CHEMICAL ENGINEERING  
DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL CHEMICAL ENGINEERING  
Faculty of VOCATIONAL  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL :  
**PEMANFAATAN LIMBAH STYROFOAM SEBAGAI BAHAN  
ADHESIVE UNTUK KAYU DAN PAPAN PARTIKEL**

### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada  
Departemen Teknik Kimia Industri  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

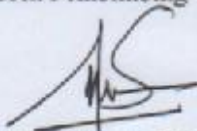
Oleh :

**Yogantoro Suprpto**  
**Priyagung Bagus Nugroho**

(NRP 10411500000056)  
(NRP 10411500000067)

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing

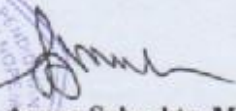


**Ir. Agus Surono, MT**  
**NIP. 19590727 198701 1 001**

Mengetahui,

**Kepala Departemen Teknik Kimia Industri**  
**FV-ITS**



  
**Ir. Agung Subvacto, MS**  
**NIP. 19580312 198601 1 001**

**SURABAYA, 12 JULI 2018**

## LEMBAR REVISI

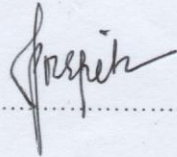
Telah diperiksa dan disetujui sesuai hasil ujian tugas akhir pada 2 Juli 2018 untuk tugas akhir dengan judul "**Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan *Adhesive* Untuk Kayu dan Papan Partikel**", yang disusun oleh :

**Yogantoro Suprpto**  
**Priyagung Bagus Nugroho**

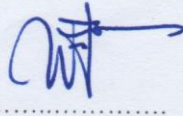
(NRP 10411500000056)  
(NRP 10411500000067)

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng

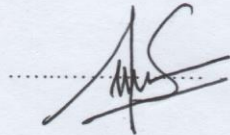


2. Warlinda Eka Triastuti S.Si, MT



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Agus Surono, MT



SURABAYA, 12 JULI 2018

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan bagi seluruh alam. Hanya dengan Rahmat dan Hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir kami yang berjudul **Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Adhesive Untuk Kayu dan Papan Partikel**. Tugas akhir ini disusun sebagai tugas yang harus ditempuh dan diselesaikan di akhir semester ini sebagai persyaratan kelulusan Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah mahasiswa mampu melakukan inovasi produk berdasarkan ilmu yang telah dipelajari selama studi dan mampu mengatasi masalah yang ada di lingkungan masyarakat.

Penulis menyampaikan terima kasih yang kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan serta bimbingan hingga terselesaikannya Tugas Akhir yang telah penulis susun, antara lain kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kami Rahmat, Hidayah-Nya serta memberikan kesabaran dan kekuatan yang tidak terkira kepada hamba-Nya.
2. Ayah, Ibu, Kakak, keluarga dan teman-teman yang senantiasa telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis secara moril dan materiil serta do'a yang membuat penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu serta usaha yang maksimal.
3. Bapak Ir. Agung Subyakto, MS. selaku Ketua Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
4. Ibu Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng. Selaku Koordinator Tugas akhir Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

5. Bapak Ir. Agus Surono, MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
6. Ibu Warlinda Eka Triastuti. S.Si, MT. dan Ibu Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
7. Bapak Ir. Agung Subyakto, MS. dan Ibu Dr. Ir. Lily Pudjiastuti, MT. selaku Dosen Wali kami di kampus Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
8. Segenap Dosen, staff dan karyawan Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
9. Rekan-rekan seperjuangan, angkatan 2015 Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
10. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis mengucapkan mohon maaf kepada semua pihak jika dalam proses dari awal sampai akhir penulisan penelitian Tugas Akhir ini ada kata-kata atau perilaku yang kurang berkenan. Terima kasih atas perhatiannya dan kerjasamanya.

Surabaya, 12 Juli 2018

TTD

Penulis

## PEMANFAATAN LIMBAH STYROFOAM SEBAGAI BAHAN ADHESIVE UNTUK KAYU DAN PAPAN PARTIKEL

Nama Mahasiswa : Yogantoro Suprpto 10411500000056  
Priyagung Bagus Nugroho 10411500000067  
Program Studi : Departemen Teknik Kimia Industri  
Dosen Pembimbing : Ir. Agus Surono, MT

### ABSTRAK

*Perkembangan teknologi yang semakin pesat dewasa ini memungkinkan penggunaan styrofoam dalam berbagai keperluan sesuai dengan karakteristik bahan yang ringan, mudah dibentuk, lentur, dan relatif murah harganya. Banyaknya penggunaan styrofoam akan menimbulkan sampah yang dapat menyebabkan global warming dan merusak lingkungan dikarenakan sifat yang tidak dapat diuraikan (non-biodegradable).*

*Pembuatan adhesive dari limbah styrofoam meliputi beberapa tahap yaitu pre-treatment, pembuatan adhesive, dan analisa produk. Tahap pretreatment yaitu pembersihan styrofoam dari kotoran. Tahap pembuatan adhesive diawali dengan menimbang styrofoam dan pelarut sesuai dengan rasio berat (5:1; 5:2; 5:3; 5:4; dan 5:5). Kemudian mencampur bahan baku, filler (sebagai pre-bonding), dan aditif IAA (sebagai pengabur aroma pelarut). Lalu, mengaduk campuran hingga menjadi adhesive. Langkah terakhir, melakukan analisa terhadap kualitas adhesive meliputi uji berat jenis, uji pH, uji gelatinisasi, uji viskositas, dan uji keteguhan rekat.*

*Hasil uji berat jenis, uji pH, uji gelatinisasi, uji viskositas, dan uji keteguhan rekat produk yang optimal yakni pada rasio 5:3. Berat jenis tanpa penambahan filler diperoleh 1,196 gr/cm<sup>3</sup>, dengan penambahan filler diperoleh 1,198 gr/cm<sup>3</sup>. Uji pH tanpa penambahan filler ataupun menggunakan filler diperoleh pH 8. Gelatinisasi tanpa penambahan filler diperoleh 92 menit, dengan penambahan filler diperoleh 107 menit. Viskositas tanpa penambahan filler diperoleh 149 cps, dengan penambahan filler diperoleh 150 cps. Keteguhan rekat tanpa penambahan filler diperoleh 10 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan dengan penambahan filler diperoleh 10.12 kg/cm<sup>2</sup>. BEP yang diperoleh sebesar Rp. 29.288.268,54 pada volume penjualan 8072.88 tube.*

**Kata kunci:** Styrofoam, Perekat, Kayu, Papan Partikel, Aditif.



## UTILIZATION OF STYROFOAM WASTE AS ADHESIVE MATERIALS FOR WOOD AND PARTICLE BOARDS

Student Name : Yogantoro Suprpto 10411500000056  
Priyagung Bagus Nugroho 10411500000067  
Departement : Departement Of Industrial Chemical Engineering  
Supervisor : Ir. Agus Surono, MT

### ABSTRACT

*The rapid technological development of today allows styrofoam usage in various purposes in accordance with the characteristics of materials that are lightweight, easily shaped, flexible, and relatively cheap price. The amount of use of styrofoam will cause waste that can cause global warming and environmental damage due to its non-biodegradable trait.*

*Manufacture of adhesives from styrofoam waste is carried out covering several stages of pre-treatment, adhesive preparation, and product analysis. Pretreatment stage is cleaning styrofoam from dirt. The stage of making adhesive begins with weighing Styrofoam and solvents according to the weight ratio (5: 1; 5: 2; 5: 3; 5: 4; and 5: 5). Then mix the raw material, filler (as a pre-bonding), and IAA additives (as a solvent aroma blur). Then, mix the mixture until it becomes adhesive. The final step, analyzing the adhesive quality includes viscosity test, pH test, gelatinization test, viscosity test, and stickiness test.*

*The results of the viscosity test, pH test, gelatinization test, viscosity test, and optimum product adherence test are 5: 3. Viscosity without addition of filler obtained 1,196 gr / cm<sup>3</sup>, with addition of filler obtained 1,198 gr/cm<sup>3</sup>. The pH test without addition of filler or filler was obtained pH 8. Gelatinization without addition of filler was obtained 92 minutes, with the addition of filler obtained 107 minutes. Viscosity without addition of filler obtained 149 cps, with the addition of filler obtained 150 cps. Firm adhesiveness without adding filler obtained 10 kg / cm<sup>2</sup>, while with the addition of filler obtained 10.12 kg / cm<sup>2</sup>. The BEP earned is Rp. 29,288,268.54 in sales volume of 8072.88 tubes.*

**Keywords:** Styrofoam, Adhesives, Wood, Particleboard, Additives.

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>

## **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2 Perumusan Masalah .....	I-4
1.3 Batasan Masalah.....	I-4
1.4 Tujuan Inovasi Produk .....	I-4
1.5 Manfaat Inovasi Produk .....	I-5

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 <i>Styrofoam</i> .....	II-1
2.2 <i>Adhesive</i> (Perekat).....	II-9
2.3 Strategi Bisnis .....	II-19

## **BAB III METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK**

3.1 Tahap Pelaksanaan .....	III-1
3.2 Bahan Yang Digunakan .....	III-1
3.3 Alat Yang Digunakan.....	III-1
3.4 Variabel yang dipilih.....	III-1
3.5 Prosedur Percobaan .....	III-2
3.6 Diagram Blok Proses.....	III-6

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Percobaan.....	IV-1
4.2.1 Analisa Berat Jenis .....	IV-3
4.2.2 Uji pH.....	IV-6
4.2.3 Uji Gelatinisasi.....	IV-7
4.2.4 Uji Viskositas .....	IV-9
4.2.5 Uji Keteguhan Rekat .....	IV-12

## **BAB V NERACA MASSA**

5.1 Neraca Massa <i>adhesive</i> tanpa filler .....	V-1
5.2 Neraca Massa <i>adhesive</i> dengan filler.....	V-2

## **BAB VI NERACA PANAS**

6.1 Data Perhitungan .....	VI-2
6.2 Tahap Pencampuran .....	VI-5

## **BAB VII ESTIMASI BIAYA**

7.1 Fixed cost .....	VII-2
7.2 Variable cost.....	VII-2
7.3 Harga Pokok Penjualan .....	VII-3
7.4 Break Even Point.....	VII-5

## **BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN**

8.1 Kesimpulan .....	VIII-1
8.2 Saran.....	VIII-2

<b>JADWAL KEGIATAN .....</b>	<b>ix</b>
------------------------------	-----------

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>x</b>
-----------------------------	----------

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel IV.1</b>	Hasil Analisa Berat Jenis Adhesive ...	IV-1
<b>Tabel IV.2</b>	Hasil Analisa pH Adhesive .....	IV-1
<b>Tabel IV.3</b>	Hasil Uji Gelatinisasi Adhesive .....	IV-2
<b>Tabel IV.4</b>	Hasil Uji Viskositas Adhesive .....	IV-2
<b>Tabel IV.5</b>	Hasil Keteguhan Rekat Adhesive .....	IV-3
<b>Tabel VII.1</b>	Biaya Estimasi Peralatan Perbulan ....	VII-1
<b>Tabel VII.2</b>	Biaya Bahan Baku.....	VII-1
<b>Tabel VII.3</b>	Biaya Pendukung Utilitas perbulan ...	VII-1
<b>Tabel VII.4</b>	Biaya Pendukung Lainnya Perbulan .	VII-1
<b>Tabel VII.5</b>	Perhitungan Biaya Penjualan .....	VII-7

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Rumus Bangun Styorofoam .....	II-3
<b>Gambar 2.2</b>	Styrofoam.....	II-5
<b>Gambar 2.3</b>	Tumpukan sampah styrofoam .....	II-8
<b>Gambar 2.4</b>	Adhesive digunakan untuk kerajinan kayu .....	II-10

## JADWAL KEGIATAN

Kegiatan	Bulan							
	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Studi literatur dan pengembangan ide								
Survey bahan alat praktikum								
Penentuan kondisi serta pembelian alat dan bahan								
Melakukan <i>trial</i> (dasar hipotesa)								
Praktikum								
Uji Kuat Tarik, Uji Viskositas, Uji pH, Uji Gelatinisasi								
Evaluasi penelitian perekat								
Perhitungan neraca massa dan penentuan biaya								
Kesimpulan dan saran serta pembuatan laporan								
Revisi laporan								
Asistensi dosen pembimbing								
Asistensi dosen penguji								
Pengesahan tugas akhir								

## DAFTAR PUSTAKA

- M, Yusuf. (2013). Uji Kekuatan dan Ketahanan Dinding Pasangan Batako Styrofoam Terhadap Panas untuk Pengembangan Industri Batako Ringan dan Mengurangi Pencemaran Lingkungan di Pontianak. Laporan akhir penelitian fundamental Universitas Tanjungpura: Pontianak
- Putra, Fadhilah A. (2015). Karakteristik Beton Ringan dengan Bahan Pengisi Styrofoam. Tugas akhir Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin: Makassar
- Petrie, Edward M. (1999). *Handbook of Adhesive and Sealant*.
- Saputra, Nyoman W. (2009). Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan batako dalam upaya pelestarian Lingkungan. Karya Tulis. Universitas Udayana; Jimbaran, Bali.
- Sucipto, Tito. (2009). Perekat Lignin. Karya Tulis. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Winarno, Heru. (2015). Pengaruh Komposisi Bahan pengisi *Styrofoam* pada Pembuatan Batako Mortar Semen Ditinjau dari Karakteristik dan Kuat Tekan. Jurnal *Scientific* Pinisi. Universitas Negeri Makassar: Makassar: Vol I, No. 1.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

*Styrofoam* adalah material dari polystyrene yang ditemukan oleh Dr. Stasky dan Dr. Gaeth tahun 1980 di German dan telah dipatenkan oleh BASF dengan nama *styropor* merupakan sebuah monomer, sebuah hidrokarbon cair yang dibuat secara komersial dari minyak bumi. Pada suhu ruangan, polystyrene biasanya bersifat padat dan dapat mencair pada suhu yang lebih tinggi.

Perkembangan teknologi yang semakin pesat dewasa ini memungkinkan penggunaan styrofoam dalam berbagai keperluan sesuai dengan karakteristik bahan styrofoam yang ringan, mudah dibentuk, lentur, dan relatif murah harganya hampir seluruh barang – barang elektronik diberi pelapis styrofoam sebelum dikemas di dalam dus. Tujuannya adalah untuk mencegah benturan langsung antara barang elektronik dan benda keras yang bisa merusak berbagai komponen di dalamnya. Bukan itu saja, hampir semua bidang kehidupan diwarnai dengan styrofoam. bahan bangunan terbuat dari bahan styrofoam, mesin tetas telur, bahkan dunia fotografi dan pembuat film pun banyak menggunakan lembaran styrofoam sebagai pemantul cahaya. Harga yang jauh lebih murah dibanding lampu studio buatan luar negeri. Dunia seni pun tak luput dari penggunaan plastik putih susu ini,





## *BAB I Pendahuluan*

---

materialnya yang mudah dibentuk dan dikreasikan menjadi beragam barang seni yang memiliki nilai ekonomis tinggi.

Melesatnya zaman menuju ke arah globalisasi kian tanpa batas. Banyak restoran sudah tak lagi menggunakan piring dan gelas dari bahan yang mudah pecah. Mereka lebih suka menggunakan piring dan gelas yang terbuat dari bahan plastik atau styrofoam. Begitu banyak keunggulan pada styrofoam yang akan menguntungkan bagi para penjual makanan dengan karakteristik yang dimilikinya seperti tidak mudah bocor dan praktis sudah pasti disukai sebagai pembungkus makanan mereka.

Melihat kondisi seperti ini yang dimana dengan banyaknya penggunaan styrofoam akan menimbulkan banyaknya sampah yang diakibatkan oleh penggunaan *styrofoam*. Penggunaan *styrofoam* pada kasus ini sangatlah disayangkan, dampak bagi lingkungan yang bisa muncul ketika penggunaan *styrofoam* adalah sebagai berikut:

- Global Warming

Pembuatan styrofoam menghasilkan limbah yang sangat banyak di dunia. Styrofoam terbuat dari gas dan polister dengan menggunakan agen blowing seperti CFC (freon) yang dapat merusak lapisan ozon bumi. Lapisan ozon yang bolong akan sangat mudah cahaya matahari masuk tanpa disaring lebih dulu. Akibatnya, suhu bumi akan menjadi lebih panas. Panas yang terjadi di bumi akan mencairkan es di



kutub utara dan selatan, naiknya permukaan laut, dan masalah global warming lainnya.

- **Mencemari Lingkungan**  
Styrofoam dapat mencemari lingkungan, penyebabnya karena penggunaan yang masif (diyakini lebih murah, tidak mudah bocor, dan ringan dibawa) akan menyebabkan timbunan sampah yang tak kunjung reda. WHO menyatakan bahwa limbah styrofoam adalah limbah yang termasuk dalam limbah terbesar dunia urutan ke-5.

*Styrofoam* memiliki berat yang sangat ringan, karena kandungan di dalamnya 95% udara dan 5% styrene. Sifat styrene dapat larut dalam panas, lemak, alkohol/aseton, dan toluene. Styrene merupakan zat kimia yang bersifat neurotoxic (menyerang syaraf) (Saputra, 2009).

Selain mudah didapat, *styrofoam* atau expanded polystyrene yang terbuat dari polisterin atau yang lebih dikenal dengan gabus putih kerap menjadi limbah industri maupun limbah rumah tangga yang menjadi masalah lingkungan karena sifatnya yang tidak dapat membusuk dan susah terurai di alam (Putra, 2015).

Dengan digunakannya *styrofoam* sebagai *adhesive*, maka nilai guna *styrofoam* akan bertambah, dan pengolahannya bisa membuat pencemaran di lingkungan menjadi berkurang.



## BAB I Pendahuluan

---

Latar Belakang menggunakan pelarut pertalite ialah styrofoam merupakan monomer dari hidrokarbon cair sehingga hanya mampu larut dalam senyawa hidrokarbon. Menurut Petrie, 1999 bahwa pertalite yang memiliki titik didih sekitar 215°C ialah pelarut yang proses pengeringannya relatif lebih lambat. Dasar pemilihan variabel dengan perbandingan berat 5:1, 5:2, 5:3, dan 5:4, 5:5 dikarenakan jika berat *styrofoam* melebihi 5 kali lipat daripada pelarut maka larutan tersebut sudah dalam keadaan jenuh dimana *Styrofoam* tidak bisa larut lagi ke dalam pelarut.

### 1.2 Perumusan Rumusan Masalah

Perumusan masalah dari produk papan partikel adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pembuatan bahan *adhesive* untuk kayu dan papan partikel.
2. Bagaimana pengaruh penggunaan *styrofoam* dan pertalite terhadap kualitas *adhesive* yang dihasilkan.

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam percobaan batasan masalah yang akan digunakan adalah membuat *adhesive* (*adhesive*) dari limbah styrofoam .

### 1.4 Tujuan Inovasi Produk

Tujuan dari produk papan partikel adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh perbandingan styrofoam dan pertalite terhadap pembuatan *adhesive*.



2. Mengetahui pengaruh penambahan bahan aditif terhadap *adhesive* yang terbuat dari limbah *styrofoam*.
3. Mengetahui kualitas *adhesive* yang terbuat dari limbah *Styrofoam*

### **1.5 Manfaat Inovasi Produk**

Manfaat dari pembuatan papan partikel dari limbah *styrofoam* adalah sebagai berikut :

1. Memanfaatkan limbah *styrofoam* sebagai *adhesive* papan partikel.
2. Meningkatkan nilai ekonomi dari *styrofoam* yang selama ini merupakan limbah industri maupun limbah rumah tangga menjadi bahan *adhesive*.



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 *Styrofoam***

*Styrofoam* berasal dari kata styrene (zat kimia bahan dasar), dan foam (busa/buih). Bentuknya sangat ringan, karena kandungan di dalamnya 95% udara dan 5% Styrene. Cara pembuatan *Styrofoam* yaitu : dari mulai pembentukan polystyrene dari styrene (monomer) kemudian dihembuskan udara kedalam polystyrene dengan menggunakan CFC (Cloro Fluro Carbon) sebagai blowing agent. Sifat styrene dapat larut dalam panas, lemak, alkohol/aseton, vitamin A (Toluene), dan susu. Styrene merupakan zat kimia yang bersifat neurotoxic (menyerang syaraf). Seiring dengan waktu terjadi akumulasi styrene dalam tubuh, dan hal ini mengakibatkan kerusakan pada saraf termasuk otak.

*Styrofoam* adalah material dari polytrene yang ditemukan oleh Dr. Stasky dan Dr. Gaeth tahun 1980 di German dan telah dipatenkan oleh BASF dengan nama *styropor* merupakan sebuah monomer, sebuah hidrokarbon cair yang dibuat secara komersial dari minyak bumi. Pada suhu ruangan, polystyrene biasanya bersifat padat dan dapat mencair pada suhu yang lebih tinggi.

*Styrofoam* ialah salah satu jenis polistirena yang cukup populer di kalangan masyarakat produsen maupun konsumen adalah polistirena foam. Polistirena foam dikenal luas dengan istilah *Styrofoam* yang seringkali digunakan secara tidak tepat oleh publik karena sebenarnya *Styrofoam* merupakan nama dagang yang telah dipatenkan oleh



## *BAB II Tinjauan Pustaka*

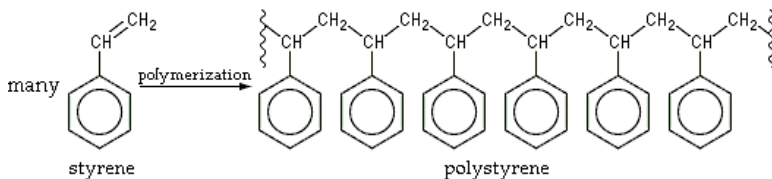
---

perusahaan Dow Chemical. Secara laboratorium dapat dibuat melalui dehidrogenasi etil benzene, yaitu dengan melewati etilena melalui cairan benzena dengan tekanan yang cukup dan aluminiumklorida sebagai katalisnya. Etil benzena didehidrogenasi menjadi stirena dengan melewatkannya melalui katalis oksida aktif. Pada suhu sekitar 600°C stirena disuling dengan cara destilasi maka didapatkan polistirena. Polistirena padat murni adalah sebuah plastik tak berwarna, keras dengan fleksibilitas yang terbatas yang dapat dibentuk menjadi berbagai macam produk dengan detail yang bagus. Penambahan karet pada saat polimerisasi dapat meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan kejut. Polistirena jenis ini dikenal dengan nama High Impact Polystyrene (HIPS). Polistirena murni yang transparan bisa dibuat menjadi beraneka warna melalui proses compounding. Polistirena foam yang dihasilkan dari percampuran 90-95% polistirena dan 5-10% gas-gas tertentu seperti n-butana atau n-pentana. Dahulu, blowing agent yang digunakan adalah berupa senyawa CFC (Freon), karena golongan senyawa ini dapat merusak lapisan ozon. Oleh karenanya, saat ini tidak dipergunakan lagi. Kini yang digunakan adalah blowing agent yang lebih ramah lingkungan. Polistirena yang dibuat dari monomer stirena dilakukan melalui proses polimerisasi. Polistirena foam yang dibuat dari monomer stirena melalui polimerisasi suspensi pada tekanan-tekanan dan suhu tertentu, selanjutnya dilakukan pemanasan untuk melunakkan resin yang ada serta ikut menguapkan sisa-sisa blowing merupakan insulator-insulator yang baik. Sedangkan



monomer polistirena foam merupakan bahan plastik yang memiliki sifat tertentu atau khusus dengan struktur yang tersusun dari beberapa butiran dengan kerapatan rendah, mempunyai bobot ringan, dan terdapat di dalam ruang-ruang antar butiran yang berisi udara minuman-minuman beralkohol atau bersifat asam juga meningkatkan laju migrasi. (Yusuf, 2013)

Menurut Billmeyer (1984) dikutip Sudipta, *Styrofoam* atau expanded polystyrene dikenal sebagai gabus putih yang biasanya digunakan untuk membungkus barang elektronik. Polystyrene sendiri dihasilkan dari styrene ( $C_6H_5CH=CH_2$ ), yang mempunyai gugus phenyl (enam cincin karbon) yang tersusun secara tidak teratur sepanjang garis karbon dari molekul. Penggabungan acak dari bensenam mencegah molekul membentuk garis yang sangat lurus sehingga hasilnya merupakan polystyrene mempunyai bentuk yang tidak tetap, transparan dan dalam berbagai bentuk plastik. Polystyrene merupakan bahan yang baik ditinjau dari segi mekanis maupun suhu, namun bersifat agak rapuh dan lunak pada suhu dibawah  $100^{\circ}C$ .



**Gambar 2.1** Rumus Bangun Styrofoam





*Styrofoam* adalah salah satu varian dari zat bernama polystyrene (PS) yang dalam proses pembuatannya melibatkan pencampuran gelembung udara sehingga mengembang dan membuatnya ringan seperti busa. Bahan ini sudah dipasarkan lebih dari tujuh dekade yang lalu oleh perusahaan penemu, Dow Chemicals. Bahan ini diproses secara injeksi ke dalam sebuah cetakan dengan tekanan tinggi dan dipanaskan pada suhu tertentu dan waktu tertentu. *Styrofoam* atau *expanded polystyrene* biasa dikenal sebagai gabus putih yang umumnya digunakan seperti: tempat makanan dan minuman, pengemas pengaman barang elektronik, mesin maupun pecah belah, dekorasi dan sebagainya. Materi dari *styrofoam* ini bersifat non-daur ulang dan non-*biodegradable* (tidak dapat membusuk menjadi zat konstituen) (Winarno, 2015).

Hasil pengamatan sehari-hari bahwa banyak sekali limbah *Styrofoam* yang dibuang begitu saja. Padahal, limbah *Styrofoam* tersebut mengandung bahan kimia yang berbahaya bagi tanah apabila terurai. Dan, dapat meracuni tubuh manusia bila bahan kimia tersebut tercapur di makanan dan dimakan oleh manusia atau makhluk hidup lainnya.



**Gambar 2.2 Styrofoam**

Styrofoam adalah bahan polimer sintesis yang memiliki sifat keras namun rapuh. Bahan ini tidak kedap terhadap oksigen dan uap air, sehingga kurang baik bila digunakan untuk penghambat/penghalang oksigen dan uap air. *Styrofoam* memiliki titik leleh yang rendah. Pada suhu kamar, *Styrofoam* bersifat zat padat, namun melebur/meleleh pada suhu di atas 100°C dan menjadi padat kembali apabila didinginkan. Sifat styrofoam yang demikian ini dapat dimanfaatkan untuk filler (pengisi) bahan lain. Pengisian *Styrofoam* dengan bahan lain dapat dilakukan pada konstruksi bangunan dan badan pesawat udara, karena mampu meningkatkan kekuatan bahan dan menurunkan konduktivitas termal. Selain itu, proses ekstrusi lebih mudah dan menghasilkan campuran yang lebih seragam/merata. (Yusuf, 2013)



Perkembangan teknologi yang semakin pesat dewasa ini memungkinkan penggunaan styrofoam dalam berbagai keperluan sesuai dengan karakteristik bahan styrofoam yang ringan, mudah dibentuk, lentur, dan relatif murah harganya hampir seluruh barang – barang elektronik diberi pelapis styrofoam sebelum dikemas di dalam dus. Tujuannya adalah untuk mencegah benturan langsung antara barang elektronik dan benda keras yang bisa merusak berbagai komponen di dalamnya. Bukan itu saja, hampir semua bidang kehidupan diwarnai dengan styrofoam. Ada bahan bangunan terbuat dari bahan styrofoam, mesin tetas telur, bahkan dunia fotografi dan pembuat film pun banyak menggunakan lembaran styrofoam sebagai pemantul cahaya. Karena alasan harga yang jauh lebih murah dibanding lampu studio buatan luar negeri. Kemudian dunia seni pun tak luput dari penggunaan plastik putih susu ini, materialnya yang mudah dibentuk dan dikreasikan menjadi beragam barang seni yang memiliki nilai ekonomis tinggi.

Melesatnya zaman menuju ke arah globalisasi kian tanpa batas. Banyak restoran sudah tak lagi menggunakan piring dan gelas dari bahan yang mudah pecah. Mereka lebih suka menggunakan piring dan gelas yang terbuat dari bahan plastik atau styrofoam. Begitu banyak keunggulan pada styrofoam yang akan menguntungkan bagi para penjual makanan dengan karakteristik yang dimilikinya seperti tidak mudah bocor dan praktis sudah pasti disukai sebagai pembungkus makanan mereka.

Melihat kondisi seperti ini yang dimana dengan banyaknya penggunaan styrofoam akan menimbulkan



banyaknya sampah yang diakibatkan oleh penggunaan *styrofoam*. Penggunaan *styrofoam* pada kasus ini sangatlah disayangkan, dampak bagi lingkungan yang bisa muncul ketika penggunaan *styrofoam* adalah sebagai berikut:

- **Global Warming**  
Pembuatan *styrofoam* menghasilkan limbah yang sangat banyak di dunia. *Styrofoam* terbuat dari gas dan polister dengan menggunakan agen blowing seperti CFC (freon) yang dapat merusak lapisan ozon bumi. Lapisan ozon yang bolong akan sangat mudah cahaya matahari masuk tanpa disaring lebih dulu. Akibatnya, suhu bumi akan menjadi lebih panas. Panas yang terjadi di bumi akan mencairkan es di kutub utara dan selatan, naiknya permukaan laut, dan masalah global warming lainnya.
- **Mencemari Lingkungan**  
*Styrofoam* dapat mencemari lingkungan, penyebabnya karena penggunaan yang masif (diyakini lebih murah, tidak mudah bocor, dan ringan dibawa) akan menyebabkan timbunan sampah yang tak kunjung reda. WHO menyatakan bahwa limbah *styrofoam* adalah limbah yang termasuk dalam limbah terbesar dunia urutan ke-5.



## *BAB II Tinjauan Pustaka*

---

Bahkan beberapa rumah makan dan perusahaan pembungkus makanan di Jakarta menemukan bahwa pemakaian kemasan makanan dari Styrofoam bisa mencapai ratusan kotak tiap hari. Satu restoran saja bisa memiliki tumpukan Styrofoam sampai 120-130 meter kubik. Banyaknya sampah kemasan makanan ini menjadi masalah karena Styrofoam bukan barang yang bisa didaur ulang, seperti gelas, kertas, atau metal, yang dapat didaur ulang menjadi material mentah untuk dibuat kembali menjadi barang serupa. Yang tidak kalah penting, Styrofoam tidak bio-degradable atau tidak bisa hancur oleh mikroorganisme di udara dan didalam tanah.



**Gambar 2.3** Tumpukan Sampah *Styrofoam*

*Styrofoam* bagi lingkungan adalah musuh besar yang paling dihindari. Karena sifatnya yang tidak bisa diuraikan oleh alam sama sekali dan sulit didaur ulang karena kurangnya fasilitas daur ulang yang sesuai. Dimulai dari

*Pemanfaatan Limbah Styrofoam  
Sebagai Bahan Adhesive  
Untuk Kayu dan Papan Partikel*

*Departemen Teknik Kimia Industri  
Fakultas Vokasi*



proses produksi yang menghasilkan limbah sangat berbahaya. Data dari EPA (Environmental Protection Agency) limbah hasil pembuatan *Styrofoam* ditetapkan sebagai limbah berbahaya ke-5 terbesar di dunia. Bau pada proses produksinya mampu mengganggu pernapasan dan pelepasan 57 zat berbahaya ke udara. *Styrofoam* yang telah diproduksi dalam jumlah banyak itu dibiarkan menumpuk dan mencemari lingkungan dan merusak keseimbangan kehidupan biota laut. (Yusuf, 2013)

## **2.2 Adhesive (Lem)**

### **2.2.1 Pengertian Adhesive (Lem)**

Adhesive ialah zat yang mampu menahan setidaknya dua permukaan secara bersamaan dan permanen. Perakat harus tahan terhadap lingkungan operasi dimana perakat tersebut diterapkan dan sifat dari perakat itu sendiri sangat tergantung dari bagaimana perakat tersebut diaplikasikan dan diolah. Lem biasa dibuat dari bagian tumbuhan atau hewan, maupun bahan kimia dari minyak. Lem dapat merekatkan benda karena memiliki gaya kohesi dan adhesi yang tinggi. Gaya adhesi akan menyebabkan lem mampu merekat pada permukaan bahan yang akan dilekatkan, sedangkan gaya kohesi akan mengakibatkan lem tetap terikat antar molekul lem (Petrie, 1999)

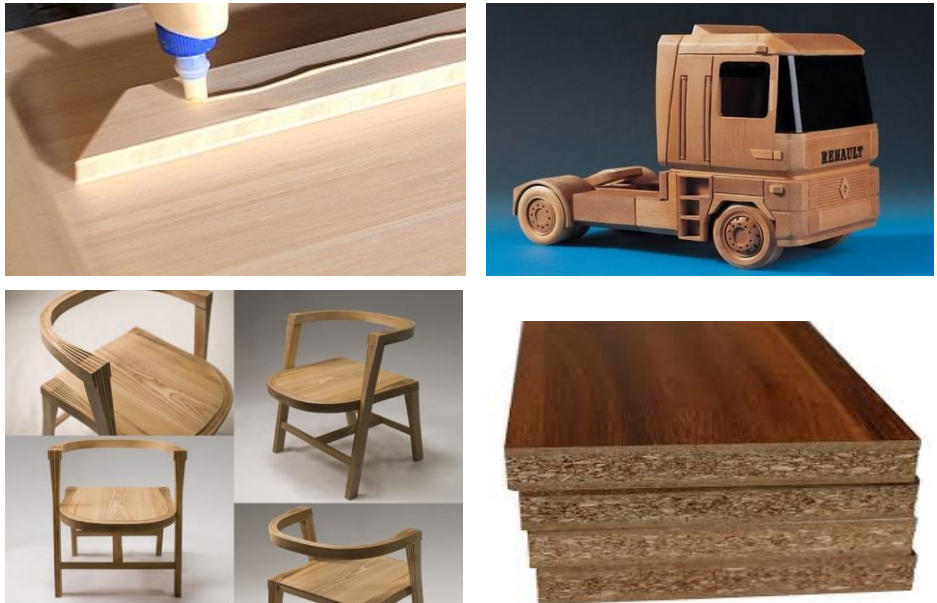
Perakat (*adhesive*) menurut ASTM adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua buah benda berdasarkan ikatan permukaan. Perakat merupakan salah satu bahan utama yang sangat penting dalam industri pengolahan kayu, khususnya komposit. Dari



## *BAB II Tinjauan Pustaka*

---

total biaya produksi kayu yang dibuat dalam berbagai bentuk dan jenis kayu komposit, lebih dari 32% adalah biaya perekatan (*Sucipto, 2009*).



**Gambar 2.4** Adhesive digunakan untuk kerajinan kayu



Menurut Sucipto (2009), berdasarkan unsur kimia utama (*major chemical component*), perekat dibagi menjadi dua kategori yaitu:

**1. Perekat alami (*adhesive of natural origin*)**

- Berasal dari tumbuhan, seperti *starches* (pati), *dextrins* (turunan pati) dan *vegetable gums* (getah-getahan dan tumbuh-tumbuhan)
- Berasal dari protein, seperti kulit, tulang, urat daging, *blood* (albumin dan darah keseluruhan), *casein* (susu) serta *soybean meal* (termasuk kacang tanah dan protein nabati seperti biji-bijian pohon dan biji durian).
- Berasal dari material lain, seperti *asphalt*, *shellac* (lak), *rubber* (karet), sodium silicate, magnesium oxychloride dan bahan anorganik lainnya

**2. Perekat sintetis (*adhesive of synthetic origin*)**

- Perekat thermoplastis yaitu resin yang akan kembali menjadi lunak ketika dipanaskan dan mengeras kembali ketika didinginkan. Contohnya seperti copolymers, cellulose esters dan ethers, polystyrene, polyvinyl butyral serta polyvinyl formal.





- Perakat thermosetting yaitu resin yang tahan terhadap panas dan resin ini telah mengalami reaksi kimia dari pemanasan, katalis, sinar ultraviolet dan sebagainya serta tidak kembali ke bentuk semula. Contohnya seperti urea, melamine, phenol, resorcinol, furfuryl alcohol, *unsaturated* polyesters (poliester tidak jenuh). Untuk perekat urea, melamine, phenol dan resorcinol.

Lem dan perekat baiknya mempunyai beberapa karakteristik sebagai berikut:

- Berbentuk seperti liquid, dapat mengalir dan basah
- Dapat mengeras
- Memenuhi ruang dan celah
- Dapat bekerja dengan komponen lain agar tercipta produk yang tahan lama

Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pemilihan perekat. Beberapa factor yang mempengaruhi pemilihan perekat adalah:

- Kekuatan (Tarik, geser, tekan, dll)
- Faktor kimia
- Kelembapan
- Suhu
- Faktor biologi



Keuntungan dan kerugian menggunakan perekat yakni sebagai berikut:

<b>Keuntungan</b>	<b>Kerugian</b>
Area yang ter-cover luas	Permukaan harus dibersihkan secara hati-hati
Mempunyai ketahanan yang kuat	Waktu inkubasi yang dibutuhkan dapat berlangsung cukup lama
Menyerap getaran	Terbatas pada suhu tertentu (biasanya 350 F)
Dapat meminimalisir korosi antara dua bahan besi yang berbeda	Dibutuhkan panas dan tekanan pada kondisi tertentu
Menggabungkan semua bentuk dan ketebalan	Pengecekan pada samungan cukup sulit
Menggabungkan banyak kombinasi dari bahan yang sama maupun berbeda	Ketahanan tergantung pada lingkungan



## BAB II Tinjauan Pustaka

Lebih murah daripada penggabungan secara mekanik ( <i>welding</i> , dll)	Biasanya dibutuhkan pelatihan khusus
--	--------------------------------------

Perekat dipilih karena daya tahan dan mengikatnya yang bagus. *Structural Adhesive* adalah istilah yang pada umumnya digunakan untuk mendefinisikan bahan yang memiliki kekuatan yang dapat menyatukan suatu benda. Istilah tersebut pada umumnya digunakan untuk menggambarkan perekat dengan kekuatan geser tinggi (lebih dari 1000 psi) dan mempunyai ketahanan terhadap lingkungan yang cukup baik. Pada lain pihak juga diketahui ada istilah *Non-Structural adhesive* yang dimana ialah perekat yang kekuatannya jauh lebih rendah daripada *Structural Adhesive*. Mereka pada umumnya digunakan merekatkan material yang lebih lemah. Contoh dari *Non-Structural adhesive* ini sendiri ialah Lem Kayu, Elastomers, dan *sealant*. (Petrie, 1999)

Formula / Komposisi perekat yang pada umumnya digunakan terdiri dari *Binder* yakni bahan yang digunakan untuk membuat lapisan, *Hardener* yakni bahan yang digunakan untuk mengeraskan adhesive setelah menggabungkan antara dua spesimen, *Solvent* yakni bahan yang digunakan untuk melarutkan bahan baku dari pembuatan lem, *Filler* yakni bahan aditif pada umumnya



digunakan pada pembuatan lem kayu dikarenakan pada lem kayu diperlukan filler untuk mengisi pori-pori pada kayu sehingga adhesive tersebut dapat memasuki pori kayu dan meningkatkan daya rekat.

### 2.2.2 Adhesi dan Kohesi

Kekuatan ikatan (*Bond Strength*) tidak hanya hasil dari kekuatan adhesi. Kekuatan lainnya berkontribusi pada kekuatan sendi. Misalnya, molase mungkin memiliki daya lekat yang baik, tetapi ini adalah perekat atau sealant yang buruk. Kegagalannya biasanya kohesif. Kekuatan kohesif dari perekat atau sealant setidaknya sama pentingnya dengan kekuatan adhesifnya. (Petrie, 1999)

Gaya perekat (*Adhesive Force*) menahan dua material bersama di permukaannya. Kekuatan kohesif menahan molekul yang berdekatan dari satu bahan tunggal. Perekat atau sambungan sealant mungkin gagal baik secara adhesively atau kohesif. Kegagalan perekat adalah kegagalan pada antarmuka antara adherend dan perekat. Contohnya adalah mengupas pita selotip dari permukaan kaca jika perekat film memisahkan secara bersih dari kaca. Kegagalan kohesif adalah kegagalan dalam perekat atau salah satu dari yang melekat. Kegagalan kohesif akan terjadi jika dua substrat logam disatukan dengan *grease* ditarik terpisah. *grease* akan ditemukan pada kedua substrat setelah sambungan gagal. *Grease* akan gagal secara kohesif. Contoh lain dari kegagalan kohesif adalah jika dua panel kayu direkatkan dengan perekat epoksi dan kemudian ditarik



terpisah. Kemungkinan besar, kegagalan yang diakibatkannya akan menunjukkan partikel kayu serat dibiarkan tertanam di perekat. Dalam hal ini, kayu atau adherend gagal kohesif.

Gaya perekat dan kohesif adalah hasil dari kekuatan yang ada antara atom atau molekul. Bagian positif dari satu molekul menarik bagian negatif dari molekul yang berdekatan. Semakin positif atau negatif situs bermuatan dan semakin dekat bersama molekul, semakin besar pula kekuatan daya tarik.

### **2.2.3 SNI 06-0060-1998**

Perekat harus diuji kualitasnya agar dapat menjamin mutu produk dan mencegah memakai produk yang tidak sesuai dengan syarat mutu yang ditetapkan. Mengingat hal tersebut maka perlu adanya standarisasi dari perekat. Standar perekat urea formaldehida cair untuk perekat kayu lapis disusun berdasarkan SNI 06-0060-1987 Perekat urea formaldehida cair, JIS K 6801-1987 Urea resin adhesives for wood dan data teknis industri perekat di Kalimantan Timur. Standar ini meliputi acuan, definisi, syarat mutu, cara pengambilan contoh, cara uji, syarat lulus uji, syarat penandaan dan pengemasan.



No.	Jenis uji	Satuan	Persyaratan	
			Emisi formaldehida rendah	Emisi formaldehida tinggi
1.	Bentuk	-	Cair	Cair
2.	Kenampakan	-	Putih susu dan bebas dari kotoran.	Putih susu dan bebas dari kotoran.
3.	pH (25°C)	-	7,6 – 8,6	7,6 – 8,6
4.	Kekentalan (25°C)	cps	100 – 150	100 – 150
5.	Berat jenis (25°C)	-	1,190 – 1,200	1,190 – 1,200
6.	Formaldehida bebas	%	maksimum 1	maksimum 2
7.	Kandungan padatan tidak menguap	%	49 – 51	49 – 51
8.	Masa gelatinasi (100°C)	menit	minimum 60	minimum 60
9.	Keteguhan rekat kayu lapis			
	- Keadaan kering	kg/cm <sup>2</sup>	minimum 10	minimum 10
	- Setelah direndam air (60°C 3 jam)	kg/cm <sup>2</sup>	minimum 8	minimum 8
10.	Emisi formaldehida	mg/l	maksimum 5	≥ 5

**Tabel 2.1** Spesifikasi Persyaratan Mutu Adhesive

### 2.3 Mixing

pencampuran (*mixing*) adalah peristiwa menyebarnya bahan-bahan secara acak dimana bahan yang satu menyebar ke dalam bahan yang lain dan sebaliknya, sedang bahan-bahan tersebut sebelumnya terpisah dalam dua fase atau lebih. (*Geankoplis, 1993*)

Tujuan pencampuran antara lain adalah :

- 1) Membuat partikel padat tersuspensi.
- 2) Mencampurkan liquid yang saling larut (*miscible*), misalnya metil alkohol dan air.



---

*BAB II Tinjauan Pustaka*

---

- 3) Mendispersikan gas ke dalam zat cair dalam bentuk gelembung kecil.
- 4) Mendispersikan zat cair yang tidak dapat bercampur dengan zat cair lain, sehingga membentuk emulsi atau suspensi butiran-butiran halus.
- 5) Mempercepat perpindahan kalor antara zat cair dengan kumparan atau mantel kalor. (McCabe, 1993)

Pada umumnya zat cair diaduk di dalam tangki atau bejana berbentuk silinder yang dapat tertutup maupun terbuka. Tinggi zat cair yang digunakan adalah  $\frac{2}{3}$  dari tinggi tangki. Ada dua macam jenis impeller, yaitu yang menghasilkan arus sejajar (axial) dengan sumbu poros impeller dan yang menghasilkan arus dalam arah tangensial (radial). Terdapat tiga jenis utama dari impeller yaitu propeller, paddle, dan turbin. (McCabe, 1993)



---

## **2.4 Strategi Bisnis**

### **2.4.1 Keunggulan Produk**

Beberapa keunggulan dari produk “Lem(NoMerk)” yaitu sebagai berikut :

1. Produk dengan inovasi terbaru yang terbuat dari limbah styrofoam.
2. Dapat digunakan oleh berbagai kalangan mulai dari pengerajin kayu, Tukang Konstruksi & Pabrik Meubel (industri kayu yang lain).
3. Produk ini memiliki harga yang relatif terjangkau untuk konsumen di kalangan menengah ke bawah.

### **2.4.2 Analisa SWOT bisnis**

Analisa SWOT bisnis produk “Lem(NoMerk)” adalah sebagai berikut

#### **2.4.2.1 Strenght**

1. Menciptakan inovasi baru dengan penggunaan lem dengan inovasi pengolahan lingkungan.
2. Produk memiliki harga yang terjangkau bagi kalangan masyarakat.

#### **2.4.2.2 Weakness**

1. Produk ini merupakan inovasi yang masih baru, sehingga perlu adanya usaha dalam memasarkan produk Lem(NoMerk) ini.

#### **2.4.2.3 Opportunity**

1. Mahalnya lem kayu yang ada dipasaran
2. Proses pembuatan cukup simple.

#### **2.4.2.4 Threat**





1. Masyarakat masih belum mengetahui produk Lem(NoMerk) masih merintis usaha dari awal.
2. Persaingan pasar produk *Adhesive* yang sangat intens yang dapat menyebabkan tenggalamnya produk ini dalam pasar

### **2.4.3 Segmen Pasar**

Analisa pasar produk “Lem(NoMerk)” dalam pemasaran yaitu :

1. Kami akan menjual produk kami di daerah Surabaya terlebih dahulu khususnya di toko-toko bahan bangunan dan memasarkan kepada pengerajin meubel secara langsung karena market yang banyak dan mudah dijangkau oleh tim pemasaran “Lem(NoMerk)”.

### **2.4.4 Strategi Marketing (Aspek Target Market)**

Strategi jangka pendek produk “Lem(NoMerk)” dalam pemasaran yaitu :

#### **a. Offline :**

1. Menawarkan secara langsung

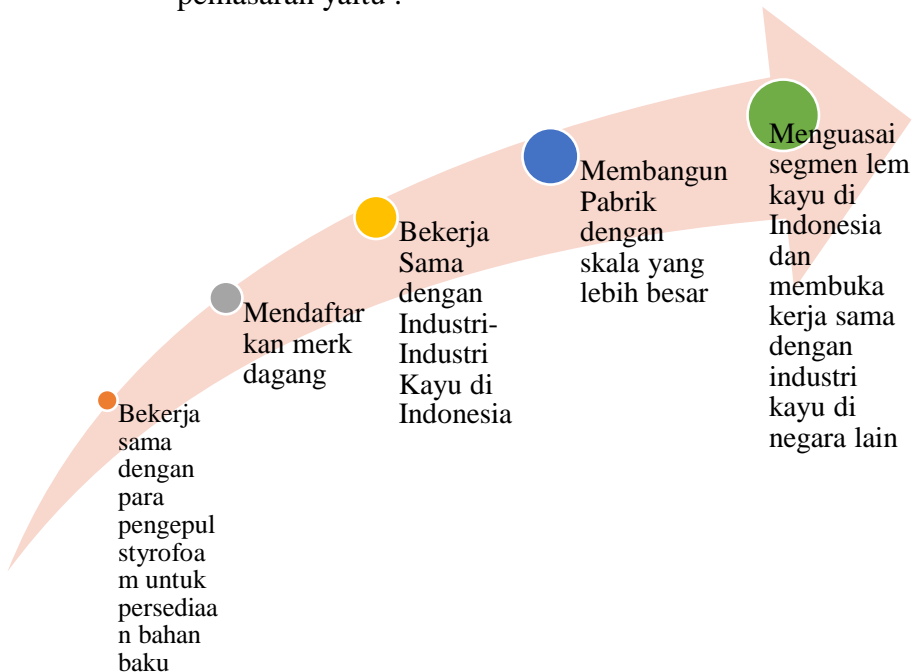
Beberapa Tim pemasar akan menawarkan secara langsung “Lem (NoMerk)” kepada pengerajin meubel di Surabaya agar target pasar mengetahui produk "Lem(NoMerk)" dan bisa menyebarkan produk dari mulut ke mulut karena beberapa konsumen yang puas akan harga dan kualitas produk “Lem(NoMerk)”.

**b. Online**

1. Memperkenalkan Produk “Lem(NoMerk)” melalui iklan seperti google ads, facebook ads.
2. Menjual Produk “Lem(NoMerk)” melalui Tokopedia, Bukalapak, dan berencana untuk mendirikan website Lem(NoMerk) setelah produk telah banyak digunakan dan menghasilkan profit.

**2.4.5 Keberlanjutan Usaha**

Strategi jangka panjang produk “Lem(NoMerk)” dalam pemasaran yaitu :





#### **2.4.6 Keberlangsungan Usaha**

“Lem(NoMerk)” sangat berpotensi untuk terus berkembang keberlanjutan usahanya, pernyataan ini dapat dilihat dari aspek di bawah ini :

1. “Lem(NoMerk)” terbuat dari bahan baku yang memiliki nilai jual rendah sehingga kami dapat membeli bahan baku tersebut secara murah dan menjual produk kami dengan margin yang cukup besar.
2. Produk dibuat dalam bentuk tube yang bertujuan agar mudah digunakan sehingga konsumen akan dimudahkan dengan bentuk produk tersebut.
3. Bahan-bahan yang digunakan mudah didapatkan, serta murah dan melimpah untuk kebutuhan produksi produk.
4. Melimpahnya segmen pasar yaitu industri kayu dan pengerajin kayu khususnya di kota.
5. Mudah akses pasar untuk penjualan produk di daerah Surabaya.

#### **2.4.7 Analisa Resiko Bisnis**

Hal-hal yang akan menghambat bisnis yang akan dijalankan:

1. Waktu

Waktu memiliki peran yang sangat penting, serta mengingat produsen masih menduduki bangku perkuliahan, untuk mengatur waktu cukup sulit. Meskipun dalam menjalankan bisnis produk “Lem(NoMerk)” diperlukan waktu setidaknya 10 jam



harus diluangkan untuk mengelola bisnis agar berjalan dengan lancar.

## 2. Dana

Dalam memulai bisnis tentu membutuhkan modal, baik modal berupa finansial, tenaga, serta skill dalam menjalankan bisnis. Dalam bisnis “Lem(NoMerk)” memang modal produksi yang diperlukan tidak terlalu besar. Akan tetapi bila bisnis tersebut ingin cepat untuk besar memerlukan modal yang besar untuk periklanan dan lain sebagainya.



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB III**

### **METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK**

#### **3.1. Tahap Pelaksanaan**

1. Pembuatan Adhesive dari Limbah *Styrofoam*
2. Analisa Menurut Standar SNI 06-0060-1998

#### **3.2. Bahan Yang Digunakan**

1. Limbah *Styrofoam*
2. Tepung Sebagai Filler, digunakan untuk kekuatan *pre-bonding adhesive*.
3. Peralite (Sebagai Pelarut *Styrofoam*)
4. IAA Sebagai bahan aditif, digunakan untuk menghilangkan aroma pelarut.

#### **3.3. Peralatan Yang Digunakan**

1. Gelas Ukur
2. Timbangan Elektrik
3. Piknometer
4. Penangas Air
5. *Beaker Glass*
6. Pengaduk Kaca
7. Stopwatch
8. Pipet Tetes

#### **3.4. Variabel Yang Dipilih**

1. Jenis Pelarut *Styrofoam* yakni BBM Peralite



2. Perbandingan berat *Styrofoam* dengan berat pelarut 5:1, 5:2, 5:3, 5:4, 5:5.
3. Penambahan *Filler* disetiap variabel sebagai pembanding dengan variabel yang tidak menggunakan *filler*

### 3.5. Prosedur Percobaan

Pembuatan papan partikel adalah pertama tahap Pretreatment Limbah *Styrofoam*, kemudian dilakukan tahap pembuatan *adhesive*.

#### 3.5.1. Prosedur Pretreatment Limbah *Styrofoam*

1. Membersihkan Limbah *Styrofoam* dari kotoran dengan menggunakan air.
2. Mengeringkan *Styrofoam* hingga berat konstan.

#### 2.5.2 . Prosedur Pembuatan *Adhesive*

1. Menimbang *Styrofoam* yang telah dipotong hingga sesuai dengan variabel
2. *Styrofoam* yang telah ditimbang dimasukkan kedalam *Beaker Glass*
3. Menimbang massa pelarut hingga sesuai dengan variabel
4. Menimbang massa *styrofoam* hingga sesuai dengan variabel
5. Mencampur Pelarut dengan *Styrofoam* yang telah hingga mengental
6. Menambahkan *Filler* yakni tepung dan aditif IAA
7. Mengaduk campuran pelarut, *styrofoam*, *filler*,



dan aditif IAA hingga mengental dan menjadi adhesive

8. Pengemasan Adhesive kedalam kemasan Tube
9. Tahap Analisa

### **3.5.3 Prosedur Analisa**

#### **3.5.3.1 Prosedur Uji pH**

1. Mencelupkan indikator pH ke dalam *adhesive* yang berada di dalam gelas ukur.
2. Mengamati perubahan pada pH indikator dan membandingkan dengan standar pH
3. Menetapkan pH *adhesive*

#### **3.5.3.2 Prosedur Uji Berat Jenis**

1. Timbang dengan teliti piknometer kosong
2. Memasukkan air suling dengan suhu 25°C ke dalam piknometer hingga penuh dan tutup. Tidak boleh ada gelembung udara.
3. Bersihkan dan keringkan bagian luar piknometer dengan serbet (tissue), kemudian timbang dengan teliti.
4. Keluarkan air dari dalam piknometer, bersihkan dan keringkan
5. Masukkan contoh *adhesive* dengan suhu 25°C ke dalam piknometer hingga penuh dan tutup, tidak boleh ada gelembung udara
6. Bersihkan dan keringkan menggunakan serbet (tissue) bagian luar piknometer, kemudian timbang





dengan teliti

7. Berat jenis dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$\text{Berat jenis} = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1}$$

### **3.5.3.3 Prosedur Uji Gelatinasi**

1. Menimbang  $\pm 10$  gram contoh dan masukkan kedalam tabung reaksi dan tutup.
2. Panaskan diatas penangas air pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ , permukaan contoh diletakkan 2 cm di bawah permukaan air.
3. Amati waktu yang dibutuhkan contoh tersebut tergelatin dengan cara memiringkan tabung reaksi dan terlihat contoh tidak mengalir lagi.

### **3.5.3.4 Prosedur Uji Viskositas**

1. Tuangkan contoh secukupnya ke dalam gelas piala 200 ml
2. Ukur kekentalan dari contoh pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$  menggunakan alat viskometer dengan kecepatan putar yang sesuai



### 3.5.3.5 Prosedur Uji Keteguhan Rekat

1. Uji kering dilakukan terhadap contoh uji dalam keadaan kering
2. Uji basah dilakukan terhadap contoh uji setelah direndam dalam penangas air pada suhu 60°C selama 3 jam dan direndam dalam air dingin hingga mencapai suhu kamar
3. Pengujian geser tarik dilakukan dengan alat uji tarik dengan kecepatan maksimum 600 kg/menit.
4. Dihitung keteguhan rekat dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Keteguhan rekat (kg/cm}^2\text{)} = \frac{B}{P \times L}$$

Keterangan :

B = Beban tarik (kg)

P = Panjang bidang geser (cm)

L = Lebar bidang geser (cm)

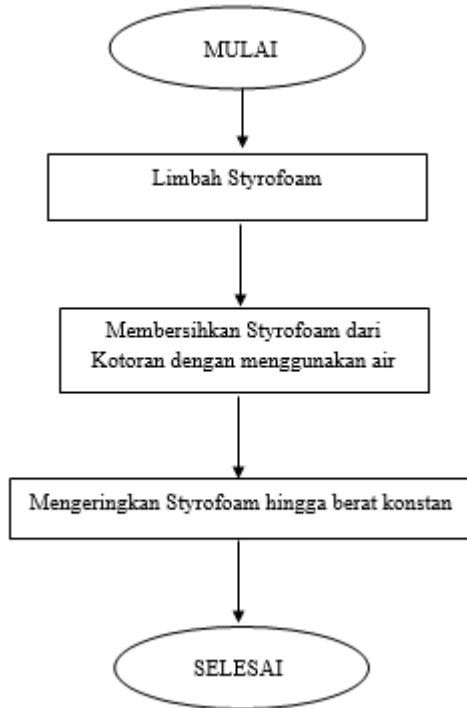
### 3.5.4. Tempat Pelaksanaan

Penelitian dilakukan di laboratorium Dasar-dasar Kimia Fisika Departemen Teknik Kimia Industri FV-ITS Surabaya.



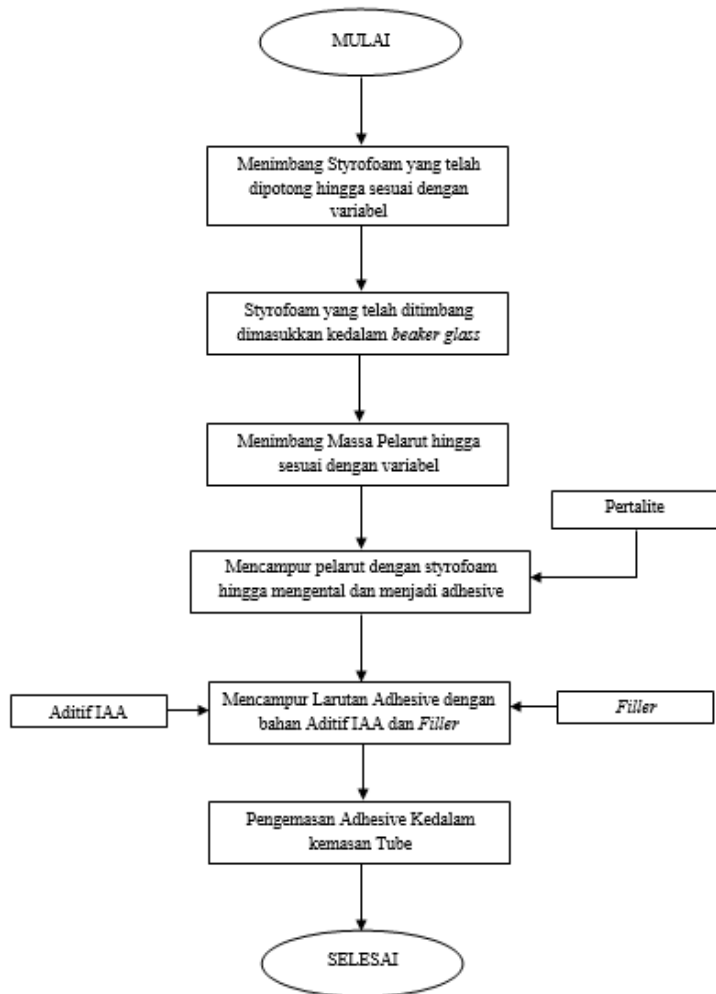
### 3.6 Diagram Blok Proses Pembuatan *Adhesive*

#### 1. Tahap Pretreatment



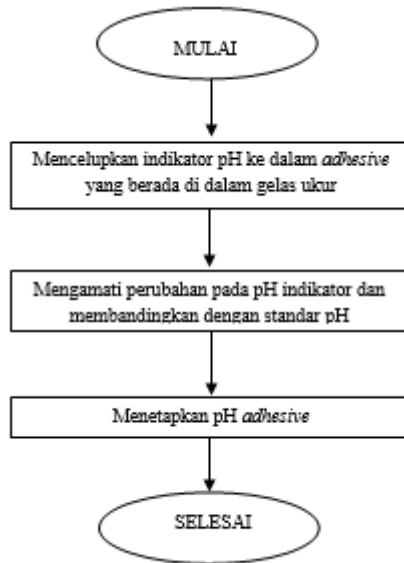


## 2. Tahap Pembuatan Adhesive



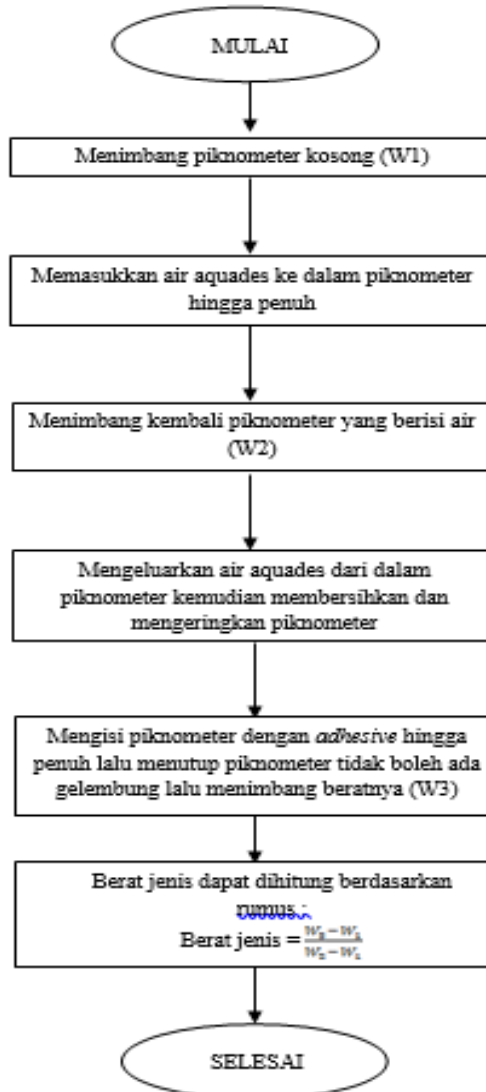


### 3. Prosedur Analisa Uji pH



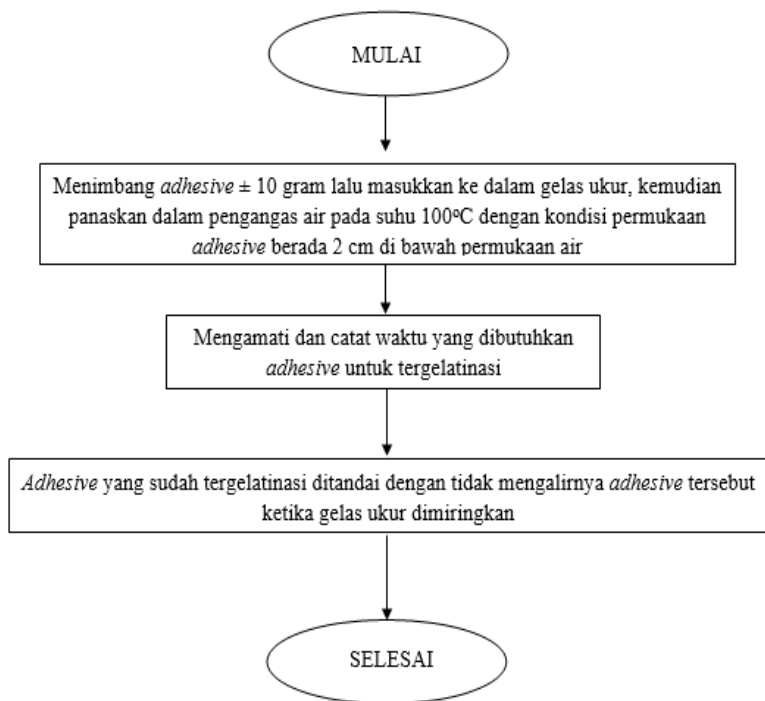


## 4. Prosedur Analisa Berat Jenis



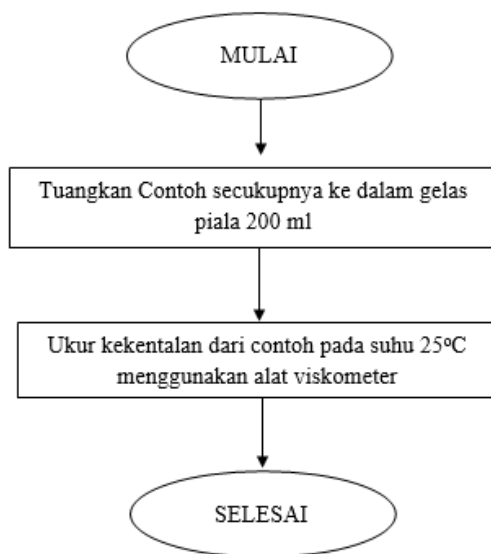


## 5. Prosedur Uji Gelatinisasi





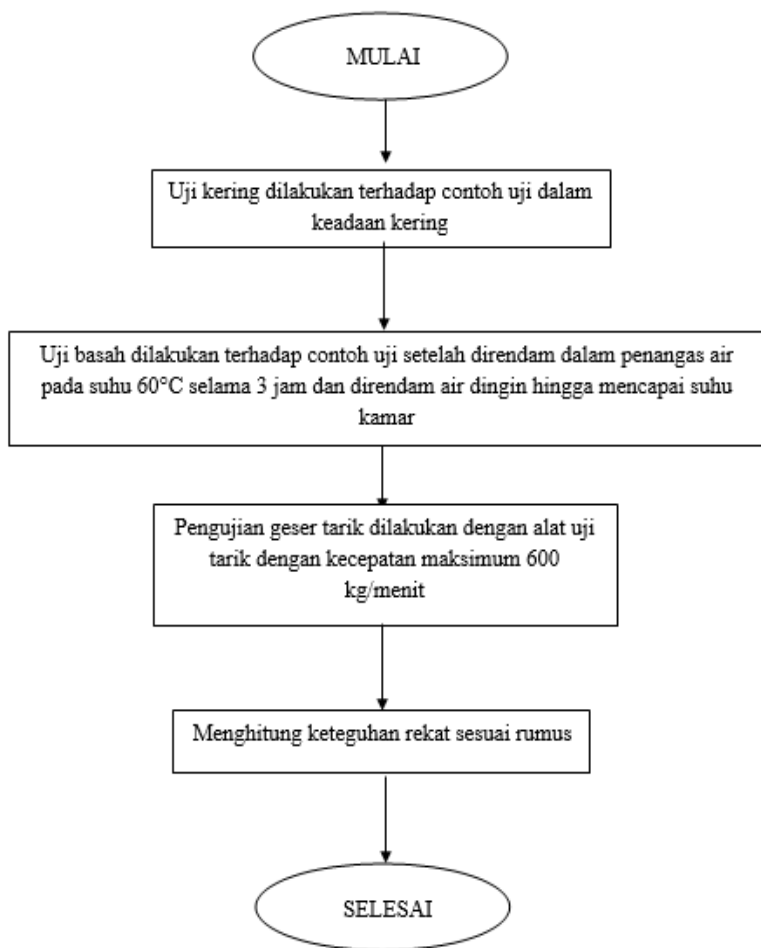
## 6. Prosedur analisa viskositas

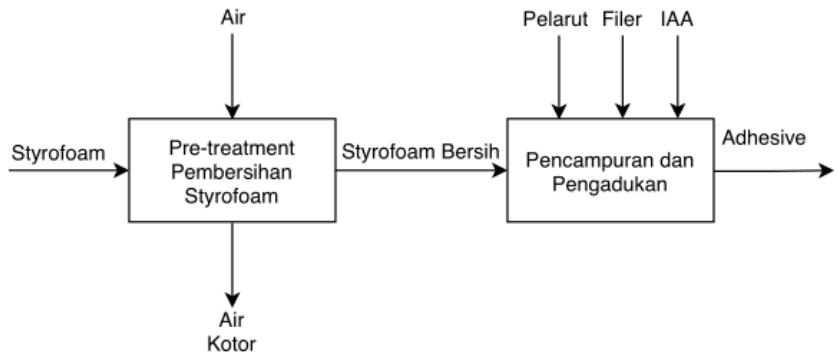






## 7. Prosedur uji keteguhan rekat



**3.7 Diagram Proses**



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# BAB IV

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Percobaan

*Adhesive* (Lem) hasil percobaan telah kami analisa, dan berikut merupakan data hasil analisa yang telah didapatkan:

**Tabel 4.1** Hasil Analisa Berat Jenis Adhesive

No.	Variabel (gram : gram)	Tanpa Filler	Dengan Filler
		Berat Jenis	Berat Jenis
1	5:1	1.213	1.216
2	5:2	1.203	1.21
3	5:3	1.196	1.203
4	5:4	1.188	1.198
5	5:5	1.181	1.193

**Tabel 4.2** Hasil Analisa pH Adhesive

No.	Variabel (gram : gram)	Tanpa Filler	Dengan Filler
		pH	pH
1	5:1	8	7
2	5:2	8	7
3	5:3	8	8
4	5:4	8	8
5	5:5	8	8

**Tabel 4.3** Hasil Uji Gelatinisasi Adhesive

No.	Variabel (gram : gram)	Tanpa Filler	Dengan filler
		Menit	Menit
1	5:1	84	90
2	5:2	85	93
3	5:3	92	107
4	5:4	97	115
5	5:5	111	128

**Tabel 4.4** Hasil Uji Viskositas Adhesive

No.	Variabel (gram : gram)	Tanpa Filler	Dengan filler
		Cps	Cps
1	5:1	160	162
2	5:2	154	157
3	5:3	149	150
4	5:4	142	145
5	5:5	134	139

**Tabel 4.5** Hasil Ketaguhan Rekat Adhesive

No.	Variabel (gram : gram)	Tanpa Filler		Dengan Filler	
		Beban Tarik (kg)	Ketaguhan Rekat (Kg/cm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (kg)	Ketaguhan Rekat (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	5:1	153	6.12	153	6.12
2	5:2	210	8.4	211	8.44
3	5:3	250	10	253	10.12
4	5:4	270	10.8	280	11.2
5	5:5	300	12	305	12.2

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Analisa Berat Jenis

Pada analisa berat jenis ini memiliki prinsip mengukur nilai perbandingan berat suatu benda dengan berat air pada volume dan suhu yang sama. Pengaruh berat jenis terhadap produk ialah semakin besar berat jenisnya, maka semakin boros bahan baku dalam proses pembuatan *adhesive* sehingga tidak efisien dalam pemakaian. Menurut SNI SNI 06-0060-1998 untuk menghitung berat jenis dapat dihitung berdasarkan rumus:



$$BJ = \frac{W3 - W1}{W2 - W1}$$

Keterangan:

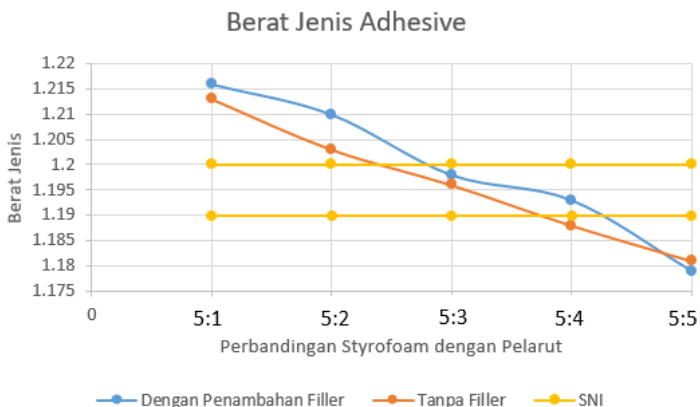
BJ : Berat Jenis

W1 : Berat Piknometer dalam Keadaan Kosong (g)

W2 : Berat Piknometer setelah diisi air (g)

W3 : Berat piknometer setelah diisi sampel *adhesive* (g)

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan didapat hasil yang ditunjukkan oleh Grafik 4.1 berikut ini.



**Grafik 4.1** Hubungan Berat Jenis dengan Konsentrasi  
*Adhesive*



Dari percobaan yang dilakukan didapatkan hasil seperti pada grafik diatas untuk *adhesive* dengan penambahan filler yakni pada konsentrasi *adhesive* 5:1 didapat berat jenis 1.216; konsentrasi *adhesive* 5:2 didapat berat jenis 1.21; pada konsentrasi 5:3 didapat berat jenis 1.198; untuk konsentrasi 5:4 didapat berat jenis 1.193; dan untuk konsentrasi *adhesive* 5:5 didapat berat jenis 1.179.

Sedangkan untuk *adhesive* tanpa penambahan filler pada konsentrasi *adhesive* 5:1 didapat berat jenis 1.213; konsentrasi *adhesive* 5:2 didapat berat jenis 1.203; pada konsentrasi 5:3 didapat berat jenis 1.196; untuk konsentrasi 5:4 didapat berat jenis 1.188; sedangkan untuk konsentrasi *adhesive* 5:5 didapat berat jenis 1.181.

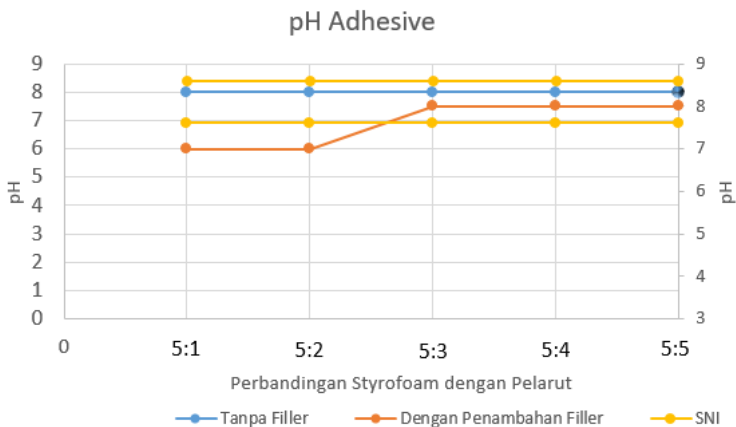
Hasil uji berat jenis *adhesive* diperoleh data yang sesuai dengan SNI 06-0060-1998 ialah pada konsentrasi 5:3 untuk *adhesive* tanpa penambahan filler. Dan untuk *adhesive* dengan penambahan filler yang sesuai ialah pada konsentrasi 5:3 dan 5:4. Pada SNI 06-0060-1998 menyatakan bahwa berat jenis *adhesive* sekitar 1.190 – 1.200.





### 4.2.2 Uji pH

Prinsip dari uji pH ini ialah Pengukuran derajat keasaman berdasarkan banyaknya konsentrasi ion  $H^+$  dalam suatu larutan berair. Pengaruh pH terhadap *adhesive* ialah jika semakin kecil pH maka *adhesive* akan cepat mengental begitu pula sebaliknya. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan didapat hasil yang ditunjukkan oleh Grafik 4.2 berikut ini



**Grafik 4.2** Hubungan Konsentrasi *Adhesive* dengan pH *Adhesive*

Dari percobaan yang dilakukan didapatkan hasil seperti pada grafik diatas untuk *adhesive* dengan penambahan filler yakni pada konsentrasi *adhesive* 5:1 didapat pH 7; konsentrasi *adhesive* 5:2 didapat pH 7;



pada konsentrasi 5:3 didapat pH 8; untuk konsentrasi 5:4 didapat pH 8; dan untuk konsentrasi *adhesive* 5:5 didapat pH 8.

Sedangkan untuk *adhesive* tanpa penambahan filler pada konsentrasi *adhesive* 5:1 didapat pH 8; konsentrasi *adhesive* 5:2 didapat pH 8; pada konsentrasi 5:3 didapat pH 8; untuk konsentrasi 5:4 didapat pH 8; dan untuk konsentrasi *adhesive* 5:5 didapat pH 8.

Dapat diketahui dari data diatas diketahui bahwa yang sesuai dengan SNI 06-0060-1998 ialah pada semua konsentrasi *adhesive* tanpa penambahan filler yang menunjukkan pH 8, dan untuk *adhesive* dengan penambahan filler yang sesuai ialah pada konstrasi 5:3, 5:4 dan 5:5 yang menyatakan pH 8 dan untuk konsentrasi lainnya didapai pH 7. Dimana SNI 06-0060-1998 menyatakan bahwa pH *adhesive* sekitar 7.6 – 8.6.

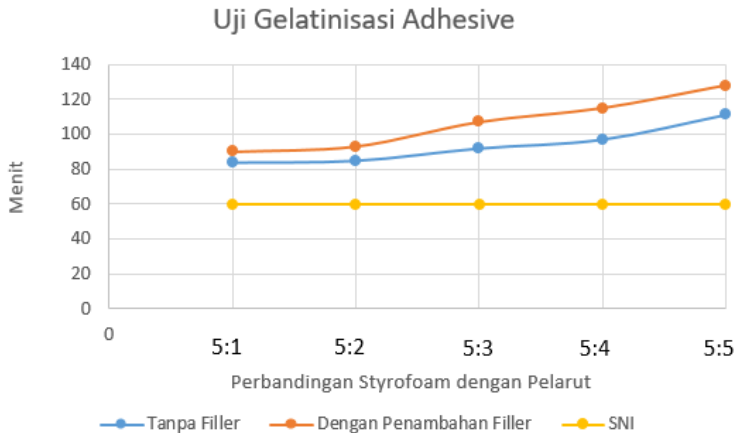
#### 4.2.3 Uji Gelatinisasi

Pada prinsipnya Uji Gelatinisasi ditujukan untuk Pengamatan waktu yang dibutuhkan oleh contoh *adhesive* untuk membentuk gelatin pada suhu tertentu. Pengaruh uji gelatinisasi ialah untuk mengetahui ketahanan *adhesive* saat disimpan lama pada suatu ruangan dengan suhu tertentu. Adapun prosesnya terlebih dahulu menimbang kurang lebih 10 gram contoh dan masukkan kedalam tabung reaksi dan tutup dengan



#### BAB IV Hasil dan Pembahasan

aluminium foil, lalu memanaskan di atas penangas air dan permukaan sampel diletakkan 2 cm dibawah permukaan air, dan yang terakhir yakni mengamati waktu yang dibutuhkan sampel tersebut hingga menjadi gelatin dengan cara memiringkan tabung reaksi dan terlihat sampel tidak bisa mengalir lagi. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan didapat hasil yang ditunjukkan oleh Grafik 4.3 berikut ini.



**Grafik 4.3** Hubungan Konsentrasi *Adhesive* dengan Waktu Gelatinisasi *adhesive*

Dari percobaan yang dilakukan didapatkan hasil seperti pada grafik diatas untuk *adhesive* dengan penambahan filler yakni pada konsentrasi *adhesive* 5:1 didapat waktu gelatinisasi selama 90 menit; konsentrasi



*adhesive* 5:2 didapat waktu gelatinisasi selama 9:3 menit; pada konsentrasi 5:3 didapat waktu gelatinisasi selama 107 menit; untuk konsentrasi 5:4 didapat waktu gelatinisasi selama 115 menit; dan untuk konsentrasi *adhesive* 5:5 didapat waktu gelatinisasi selama 128 menit.

Sedangkan untuk *adhesive* tanpa penambahan filler pada konsentrasi *adhesive* 5:1 didapat waktu gelatinisasi selama 84 menit ; konsentrasi *adhesive* 5:2 didapat waktu gelatinisasi selama 85 menit; pada konsentrasi 5:3 didapat waktu gelatinisasi selama 92 menit; untuk konsentrasi 5:4 didapat waktu gelatinisasi selama 97 menit; dan untuk konsentrasi *adhesive* 5:5 didapat waktu gelatinisasi selama 111 menit.

Dapat diketahui dari data diatas untuk *adhesive* dengan penambahan filler bahwa yang sesuai dengan SNI 06-0060-1998 ialah semua konsentrasi yang dapat diketahui waktu gelatinisasi lebih dari 60 menit. Begitupun juga untuk *adhesive* tanpa penambahan filler, seluruh konsentrasi sesuai dengan SNI 06-0060-1998 yang menyatakan bahwa waktu gelatinisasi minimum 60 menit.

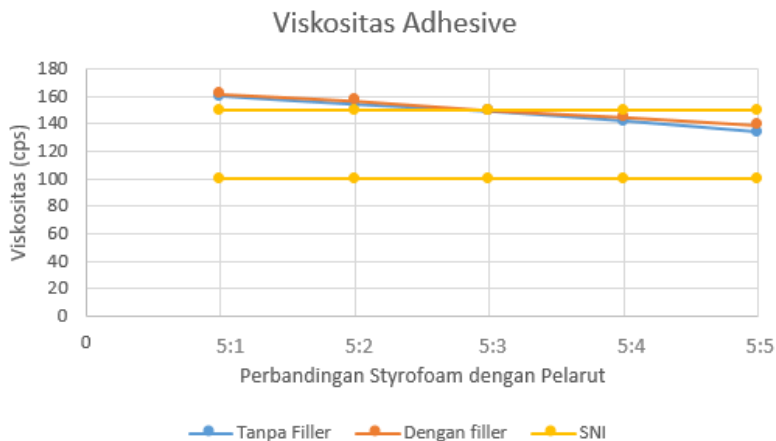
#### 4.2.4 Uji Viskositas

Pada prinsipnya uji viskositas ditujukan untuk pengukuran gesekan internal yang disebabkan oleh kohesi molekul dalam suatu aliran. Pengaruh viskositas



#### BAB IV Hasil dan Pembahasan

dalam adhesive berpengaruh dalam daya rekat *adhesive* jika semakin encer *adhesive* maka kuat prebonding dan holding tidak bagus, jika terlalu kental maka *adhesive* tersebut akan menjadi gel terlebih dahulu sebelum diaplikasikan ke suatu spesimen.



**Grafik 4.4** Hubungan Perbandingan *Adhesive* dengan Viskositas *Adhesive*

Dari percobaan yang dilakukan didapatkan viskositas *adhesive* tanpa penambahan filler yakni pada perbandingan 5:1 didapat viskositas 160 cps; perbandingan *adhesive* 5:2 didapat viskositas 154 cps; perbandingan *adhesive* 5:3 didapat viskositas 149 cps; perbandingan



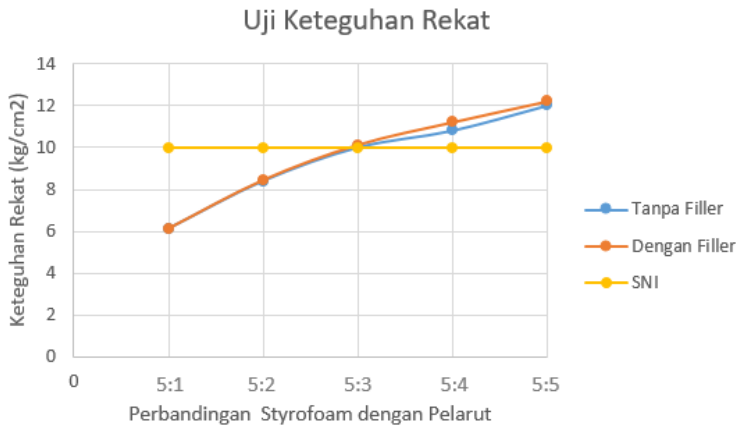
*adhesive* 5:4 didapat viskositas 142; dan untuk perbandingan *adhesive* 5:5 didapat viskositas 134 cps.

Sedangkan untuk *adhesive* dengan penambahan filler pada perbandingan 5:1 didapat viskositas 162 cps; perbandingan *adhesive* 5:2 didapat viskositas 157 cps; perbandingan *adhesive* 5:3 didapat viskositas 152 cps; perbandingan *adhesive* 5:4 didapat viskositas 145; dan untuk perbandingan *adhesive* 5:5 didapat viskositas 139 cps.

Dapat diketahui dari data diatas untuk *adhesive* tanpa penambahan filler bahwa yang sesuai dengan SNI 06-0060-1998 ialah saat perbandingan 5:3 dengan viskositas 149 cps, perbandingan 5:4 dengan viskositas 142 cps, dan 5:5 dengan viskositas 134 cps. Untuk *adhesive* dengan penambahan filler, perbandingan yang sesuai dengan SNI 06-0060-1998 yakni perbandingan 5:3 dengan viskositas 150 cps, perbandingan 5:4 dengan viskositas 145 cps, dan 5:5 dengan viskositas 139. Yang diketahui dari SNI 06-0060-1998 untuk viskositas *adhesive* sekitar 100 – 150 cps.

#### 4.2.5 Uji Keteguhan Rekat

Uji Keteguhan rekat pada prinsipnya ditujukan untuk mengetahui daya rekat *adhesive* dengan cara menarik kayu dengan alat *shear strength*.



**Grafik 4.5** Hubungan Perbandingan *Adhesive* dengan keteguhan rekat *adhesive*

Dari percobaan yang dilakukan didapat hasil keteguhan rekat tanpa penambahan filler yakni pada perbandingan 5:1 didapat keteguhan rekat  $6.12 \text{ kg/cm}^2$ , pada perbandingan 5:2 didapat keteguhan rekat  $8.4 \text{ kg/cm}^2$ , pada perbandingan 5:3 didapat keteguhan rekat  $10 \text{ kg/cm}^2$ , perbandingan 5:4 didapat keteguhan rekat  $10.8 \text{ kg/cm}^2$ , perbandingan 5:5 didapat keteguhan rekat  $12 \text{ kg/cm}^2$ .

Sedangkan untuk *adhesive* dengan penambahan filler didapat hasil keteguhan rekat yakni pada perbandingan 5:1 didapat keteguhan rekat  $6.12 \text{ kg/cm}^2$ , pada perbandingan 5:2 didapat keteguhan rekat  $8.44 \text{ kg/cm}^2$ , pada perbandingan 5:3 didapat keteguhan rekat  $10.12 \text{ kg/cm}^2$ , perbandingan 5:4 didapat keteguhan rekat



---

11.2 kg/cm<sup>2</sup>, perbandingan 5:5 didapat keteguhan rekat 12.2 kg/cm<sup>2</sup>.

Dapat diketahui dari grafik diatas uji keteguhan rekat untuk *adhesive* tanpa penambahan filler yang sesuai dengan SNI 06-0060-1998 ialah pada perbandingan 5:3 dengan keteguhan rekat 10 kg/cm<sup>2</sup>, perbandingan 5:4 dengan keteguhan rekat 10.8 kg/cm<sup>2</sup>, dan perbandingan 5:5 dengan keteguhan rekat 12 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan uji keteguhan rekat untuk *adhesive* dengan penambahan filler yang sesuai ialah pada perbandingan 5:3 dengan keteguhan rekat 10.12 kg/cm<sup>2</sup>, perbandingan 5:4 dengan keteguhan rekat 11.2 kg/cm<sup>2</sup>, dan perbandingan 5:5 dengan keteguhan rekat 12.2 kg/cm<sup>2</sup>. Dimana pada SNI 06-0060-1998 menyatakan bahwa keteguhan rekat kayu pada keadaan kering yakni minimum 10 kg/cm<sup>2</sup>.



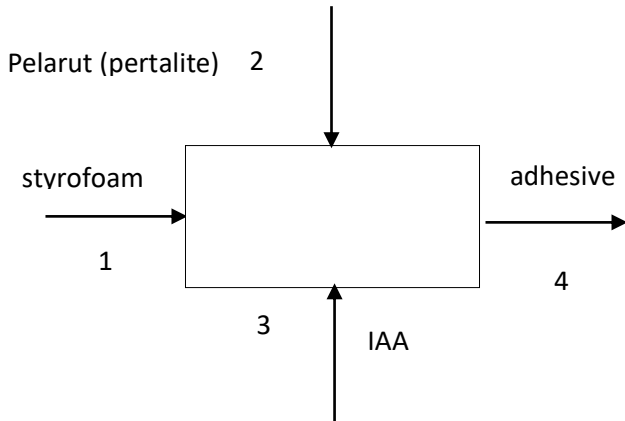


*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB V NERACA MASSA

Produk akhir : *Adhesive* (Lem)  
Kapasitas produksi : 400 kg/bulan

- Neraca massa adhesive tanpa filler



Masuk		Keluar	
Komponen	Jumlah (kg)	Komponen	Jumlah (kg)
<b><u>Aliran 1</u></b> <b><u>(styrofoam)</u></b>		<b><u>Aliran 4</u></b> <i>Adhesive</i>	199,9999
-Polystyrene (93%)	116,2327		
-Pentana (7%)	8,7486		
<b><u>Aliran 2</u></b> <b><u>(Pelarut)</u></b>			
Pertalite	74,9888		
<b><u>Aliran 3</u></b> IAA	0,0297		
<b>Total</b>	199,9999	<b>Total</b>	199,9999

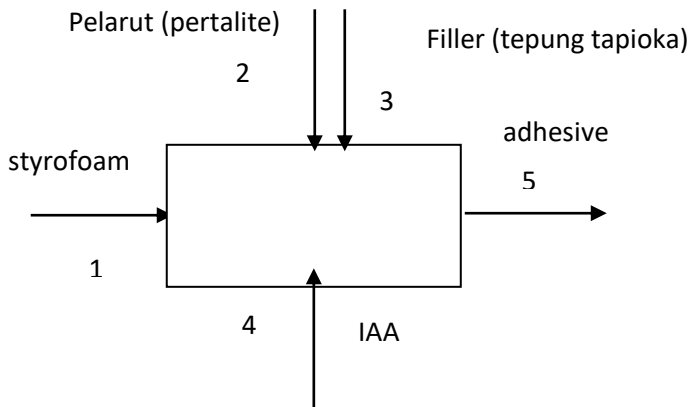


### BAB V Neraca Massa

Kandungan masing-masing bahan pada *adhesive* :

- Styrofoam
  - Polystyrene : 58,1163 %
  - Pentana : 4,3743 %
- Pelarut : 37,4944 %
- IAA : 0,01487 %

- Neraca massa *adhesive* dengan *filler*



Masuk		Keluar	
Komponen	Jumlah (kg)	Komponen	Jumlah (kg)
<b><u>Aliran 1</u></b>		<b><u>Aliran 5</u></b>	
Styrofoam		Adhesive	199,9996
-Polystyrene	92,9888		
(93%)			
-Pentana	6,9991		



## BAB V Neraca Massa

(7%)			
<b><u>Aliran 2</u></b>			
Pelarut (pertalite)	59,9928		
<b><u>Aliran 3</u></b>			
Filler	39,9952		
<b><u>Aliran 4</u></b>			
IAA	0,0236		
<b>Total</b>	199,9996	<b>Total</b>	199,9996

Kandungan masing-masing bahan pada *adhesive* :

- Styrofoam  
Polystyrene : 46,4944 %  
Pentana : 3,4995 %
- Pelarut : 29,9964 %
- Filler : 19,9976 %
- IAA : 0,0118 %

❖ Jadi, produksi *adhesive* dalam 1 bulan dapat menghasilkan 20.000 buah *tube*



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB VI NERACA PANAS

### 6.1 Data Perhitungan

Asumsi skala pabrik

- Kapasitas produksi : 400 Kg/bulan
- Suhu *reference* yang digunakan ( $T_{ref}$ ) : 25 °C

Perhitungan *Heat Capacity* pada senyawa dalam proses menggunakan metode ikatan penyusun senyawa

**Tabel 6.1** Nilai Heat Capacity pada Jenis Ikatan

Jenis Ikatan	$\Delta C_p$ (kJ/kmol. °C)	Jenis Ikatan	$\Delta C_p$ (kJ/kmol. °C)
CH <sub>3</sub> —	36,82	OH—	44,7
—CH <sub>2</sub> —	30,38	—NH	43,93
—CH— 	20,92	—   C    O	52,97
CH <sub>2</sub> ==	21,76	—S—	33,47
==C— 	15,90	—Ona	42,7
==CH—	21,34	—O—	35,15

Sumber: Perry (1997)

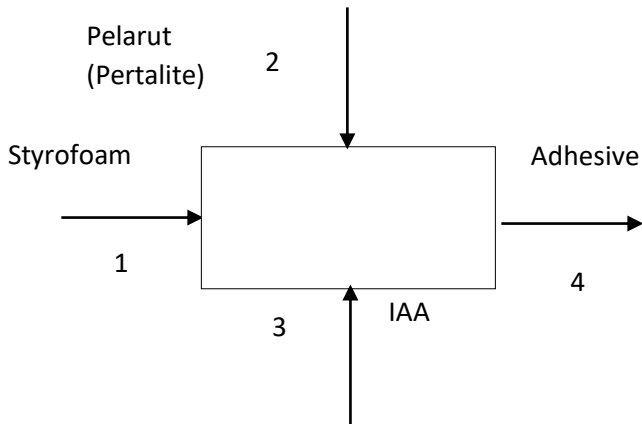


### 6.1.1 Perhitungan Cp

- Cp Polystyrene : 165,70 kJ/kmol. °C = 1,59 kJ/kg. °C = 0,379764976 kcal/kg. °C
- Cp Pentana : 164,78 kJ/kmol. °C = 2,28 kJ/kg. °C = 0,544568644 kcal/kg. °C
- Cp Peralite : 476,84 kJ/kmol. °C = 2,23 kJ/kg. °C = 0,532626349 kcal/kg. °C
- Cp IAA : 261,89 kJ/kmol. °C = 1,39 kJ/kg. °C = 0,331995796 kcal/kg. °C
- Cp Filler : 163,84 kJ/kmol. °C = 1,01 kJ/kg. °C = 0,241234356 kcal/kg. °C

### 6.2 Tahap Pencampuran

- Tanpa filler





---

Aliran Masuk:

- Aliran 1:

**Neraca Panas Komponen Aliran 1**

Komp	Massa (kg)	Cp (Cal/g.°C)	T (°C )	T - T <sub>ref</sub> (°C )	Q (Cal)
Polystyre ne	116,23 27	0,3797649 76	29	4	176,56440 62
Pentana	8,7486	0,5445686 44	29	4	19,056852 96
<b>Total</b>					195,62125 92

- Aliran 2:

**- Neraca Panas Komponen Aliran 2**

Komp	Massa (kg)	Cp (Cal/g.°C)	T (°C )	T - T <sub>ref</sub> (°C )	Q (Cal)
Pertalit e	74,988 8	0,53262634 9	29	4	159,76404 3
<b>Total</b>					159,76404 3

- Aliran 3:

**- Neraca Panas Komponen Aliran 3**

Komp	Massa (kg)	Cp (Cal/g.° C)	T (°C )	T - T <sub>ref</sub> (°C )	Q (Cal)
------	---------------	----------------------	---------------	-------------------------------------	---------





## BAB VI Neraca Panas

				)	
IAA	0,0297	0,33199 5796	29	4	0,03944110 056
<b>Total</b>					0,03944110 056

Aliran keluar

- Aliran 4:

- **Neraca Panas Komponen Aliran 4**

<b>Komp</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Cp (Cal/g.°C)</b>	<b>T (°C )</b>	<b>T - T<sub>ref</sub> (°C )</b>	<b>Q (Cal)</b>
Polystyrene	116,232 7	0,3797649 76	28	3	132,4233 26
Pentana	8,7486	0,5445686 44	28	3	14,29263 97
Pertalite	74,9888	0,5326263 49	28	3	119,8230 32
IAA	0,0297	0,3319957 96	28	3	0,029580 83
<b>Total</b>					266,5685 78



---

*Adhesive* = 400 kg/bulan

---

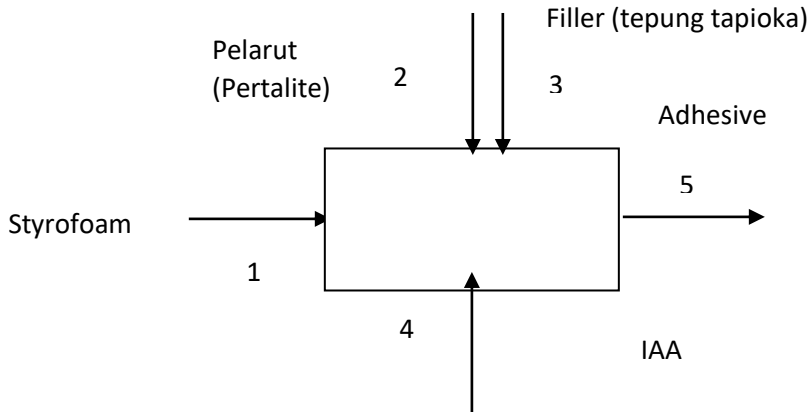
Masuk		Keluar	
Komponen	Q (cal)	Komponen	Q (cal)
<b><u>Aliran 1</u></b> <b><u>(styrofoam)</u></b>		<b><u>Aliran 4</u></b> <i>Adhesive</i>	266,568578
-Polystyrene (93%)	176,5644062		
-Pentana (7%)	19,05685296		
<b><u>Aliran 2</u></b> <b><u>(Pelarut)</u></b>		<b>Q loss</b>	88,85616
Pertalite	159,764043		
<b><u>Aliran 3</u></b> IAA	0,03944110056		
<b>Total</b>	355,4247433	<b>Total</b>	355,4247433

Kandungan masing-masing bahan pada *adhesive* :

- Styrofoam
  - Polystyrene : 58,1163 %
  - Pentana : 4,3743 %
- Pelarut : 37,4944 %
- IAA : 0,01487 %



- Dengan Filler



Aliran Masuk:

- Aliran 1:

**Neraca Panas Komponen Aliran 1**

Komp	Massa (kg)	Cp (Cal/g.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Cal)
Polystyrene	92,9888	0,379764976	29	4	141,2555576
Pentana	6,9991	0,544568644	29	4	15,24596158
<b>Total</b>					156,5015192



- Aliran 2:

- **Neraca Panas Komponen Aliran 2**

<b>Komp</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Cp (Cal/g.°C)</b>	<b>T (°C )</b>	<b>T - T<sub>ref</sub> (°C )</b>	<b>Q (Cal)</b>
Pertalit e	59,992 8	0,53262634 9	29	4	127,814984 1
<b>Total</b>					127,814984 1

- Aliran 3:

- **Neraca Panas Komponen Aliran 3**

<b>Kom p</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Cp (Cal/g.°C)</b>	<b>T (°C )</b>	<b>T - T<sub>ref</sub> (°C )</b>	<b>Q (Cal)</b>
<i>Filler</i>	39,995 2	0,24123435 6	29	4	38,5928652 6
<b>Total</b>					38,5928652 6



- Aliran 4:

- **Neraca Panas Komponen Aliran 4**

<b>Komp</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Cp (Cal/g.°C)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>T - T<sub>ref</sub> (°C)</b>	<b>Q (Cal)</b>
IAA	0,023 6	0,33199579 6	29	4	0,03134040 3
<b>Total</b>					0,03134040 3

Aliran keluar

- Aliran 5:

- **Neraca Panas Komponen Aliran 5**

<b>Komp</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Cp (Cal/g.°C)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>T - T<sub>ref</sub> (°C)</b>	<b>Q (Cal)</b>
Polystyrene	92,988 8	0,3797649 76	28	3	105,94166 82
Pentana	6,9991	0,5445686 44	28	3	11,434471 19
Pertalite	59,992 8	0,5326263 49	28	3	95,861238 09
<i>Filler</i>	39,995 2	0,2412343 56	28	3	28,944648 95



*BAB VI Neraca Panas*

IAA	0,0236	0,3319957 96	28	3	0,0235053 02
<b>Total</b>					242,20553 17

*Adhesive* = 400 kg/bulan

Masuk		Keluar	
Komponen	Q (cal)	Komponen	Q (cal)
<b><u>Aliran 1</u></b> <b><u>(styrofoam)</u></b>		<b><u>Aliran 5</u></b> <i>Adhesive</i>	242,2055317
-Polystyrene (93%)	141,2555576		
-Pentana (7%)	15,24596158		
<b><u>Aliran 2</u></b> <b><u>(Pelarut)</u></b>		<b>Q loss</b>	80,73518
Pertalite	127,8149841		
<b><u>Aliran 3</u></b> <i>Filler</i>	38,59286526		
<b><u>Aliran 4</u></b> IAA	0,031340403		
<b>Total</b>	322,9407089	<b>Total</b>	322,9407089

Kandungan masing-masing bahan pada *adhesive* :

- Styrofoam

Polystyrene : 46,4944 %

Pentana : 3,4995 %

*BAB VI Neraca Panas*

---

- Pelarut	: 29,9964 %
- Filler	: 19,9976 %
- IAA	: 0,0118 %

---

## BAB VII

### ESTIMASI BIAYA

Produksi *adhesive* di-scale up pada skala industri  
dengan kapasitas produksi 20000 tube/bulan:

**Tabel 7.1 Biaya estimasi peralatan perbulan**

No	Keterangan	Kuantitas	Harga per Unit	Lifetime	Biaya (IDR/Bulan)
1	Cawan	5 Buah	Rp. 10000	12 Bulan	Rp. 4166,67
2	Timbangan Analitik	2 Buah	Rp. 500000	12 Bulan	Rp. 83.333,33
3	Gelas Ukur	5 Buah	Rp. 50000	12 Bulan	Rp. 20.833,33
4	Peralatan Mixing	2 Buah	Rp.2000000	12 Bulan	Rp. 333.333,33
<b>Total</b>					Rp. 441.666,67

**Tabel 7.2 Biaya bahan baku per-Tube**

No	Keterangan	Kuantitas	Harga per-gram	Biaya
1	Styrofoam	5 gram	Rp. 3,275	Rp. 16,375
2	Pertalite	3 gram	Rp. 31,2	Rp. 93.6
3	IAA	1.4 gram	Rp. 90	Rp. 126
4	Tepung	2 gram	Rp. 2	RP. 4
5	Tube	1 buah	Rp. 1500	Rp. 1500
<b>Total</b>				Rp. 1739,975

**Tabel 7.3 Biaya pendukung utilitas perbulan**

No	Keterangan	Kuantitas (kwh)	Harga per Unit	Biaya
1	Listrik	3000	Rp. 1600	Rp. 4800000
<b>Total</b>				Rp. 4800000

**Tabel 7.4 Biaya pendukung lainnya perbulan**

No	Keterangan	Kuantitas	Harga per Unit	Biaya (IDR/Bulan)
1	Gaji Karyawan	3 Orang	Rp. 2500000	Rp. 7500000
2	Sewa Bangunan	1 Bangunan	Rp. 2000000	Rp. 2000000
3	Maintenance Peralatan	1 Set	Rp. 500000	Rp. 500000
<b>Total</b>				Rp. 10.000.000





### 7.1 Fixed Cost (FC)

Fixed Cost atau biaya tetap adalah total biaya yang tidak akan mengalami perubahan apabila terjadi perubahan volume produksi. Biaya tetap secara total akan selalu konstan sampai tingkat kapasitas penuh. Biaya tetap merupakan biaya yang akan selalu terjadi walaupun perusahaan tidak memproduksi. Biaya tetap meliputi penyusutan alat, sewa tanah atau bangunan, utilitas, gaji karyawan, dan maintenance peralatan.

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| 1. Biaya Investasi Peralatan | = Rp. 441.666,67         |
| 2. Biaya Utilitas            | = Rp. 4.800.000          |
| 3. Biaya Pendukung Lainnya   | = <u>Rp.10.000.000</u> + |
|                              | Rp. 15.241.666,67        |

### 7.2 Variable Cost (VC)

Variable cost atau biaya variabel total biaya yang berubah-ubah tergantung dengan perubahan volume penjualan/produksi. Biaya variabel akan berubah secara proposional dengan perubahan volume produksi. Biaya variabel meliputi kebutuhan bahan baku.

- |                                    |                     |
|------------------------------------|---------------------|
| 1. Biaya bahan baku per tube       | = Rp. 1739,975      |
| 2. Biaya bahan baku selama 1 bulan | = Rp. 1739,975 x    |
| 20000                              | = Rp. 34.799.500,00 |



Dari hasil *fixed cost* dan *variable cost* maka dapat diketahui biaya total produksi (TC) dalam waktu satu bulan, yaitu:

$$TC = FC + VC$$

$$TC = \text{Rp. } 15.241.666,67 + \text{Rp. } 34799500,00$$

$$TC = \text{Rp. } 50.041.166,67$$

### 7.3 Harga Pokok Penjualan (HPP)

Harga pokok penjualan adalah seluruh biaya yang dikeluarkan untuk memperoleh barang yang dijual atau harga perolehan dari barang yang dijual.

$$1. \text{ HPP} = \frac{TC}{\text{Jumlah Produk Per Bulan}}$$

$$\text{HPP} = \frac{\text{Rp. } 50.041.166,67}{20000}$$

$$\text{HPP} = \text{Rp. } 2502,06$$

#### 2. Laba (45% dari HPP)

$$\text{Laba} = 45\% \times 2502,06$$

$$\text{Laba} = \text{Rp. } 1125,92625$$



3. Harga Jual = HPP + Laba  
Harga Jual = Rp. 2502,06 + Rp. 1125,92625  
Harga Jual = Rp. 3627,98
  
4. Hasil Penjualan per Bulan  
Hasil penjualan/Bulan = Harga Jual x jumlah produk per bulan  
Hasil penjualan/Bulan = Rp. 3627,98 x 20000  
Hasil penjualan/Bulan = Rp. 72.559.691,67
  
5. Laba per bulan  
Laba/Bulan = Laba x Jumlah produk/bulan  
Laba/Bulan = Rp. 1125,92625 x 20000  
Laba/Bulan = Rp. 22.518.525
  
6. Hasil penjualan per tahun  
Hasil penjualan/tahun = Harga jual per bulan x 12  
Hasil penjualan/tahun = Rp. 72.559.691,67 x 12  
Hasil penjualan/tahun = Rp. 870.716.300
  
7. Laba per tahun  
Laba/tahun = Laba per-bulan x 12  
Laba/tahun = Rp. 22.518.525 x 12  
Laba/tahun = Rp. 270.222.300



### 7.4 Break Even Point (BEP)

Break even point (BEP) adalah titik impas dimana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan. BEP ini digunakan untuk menganalisa proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa uang yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal.

Dalam menentukan BEP dapat melalui metode perhitungan secara langsung dan secara grafis.

#### a. Metode Perhitungan (Aljabar)

- Menentukan BEP dalam jumlah unit produk :

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC}}{\text{Harga Jual} - \text{biaya bahan baku per tube}}$$
$$\text{BEP} = \frac{\text{Rp. 15.241.666,67}}{\text{Rp. 3596,12} - \text{Rp. 1739,975}}$$

$$\text{BEP} = 8072.88$$

Artinya, perusahaan perlu menjual 8073 tube *adhesive* untuk tercapainya titik impas antara total penjualan sama dengan total biaya produksi. Pada penjualan ke-8073 tube *adhesive*, maka perusahaan tersebut akan mulai memperoleh laba.



- Menentukan BEP dalam jumlah unit rupiah

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC}}{1 - (\text{VC} / \text{Harga Jual})}$$

$$\text{BEP} = \frac{15.241.666,67}{1 - (34.799.500 / 3627,98)}$$

$$\text{BEP} = \text{Rp. } 29.288.268,54$$

Artinya, perusahaan perlu mendapatkan omset penjualan produk *adhesive* senilai Rp 29.288.268,54 agar terjadi BEP dan perusahaan akan memperoleh keuntungan.

**b. Metode Grafik**

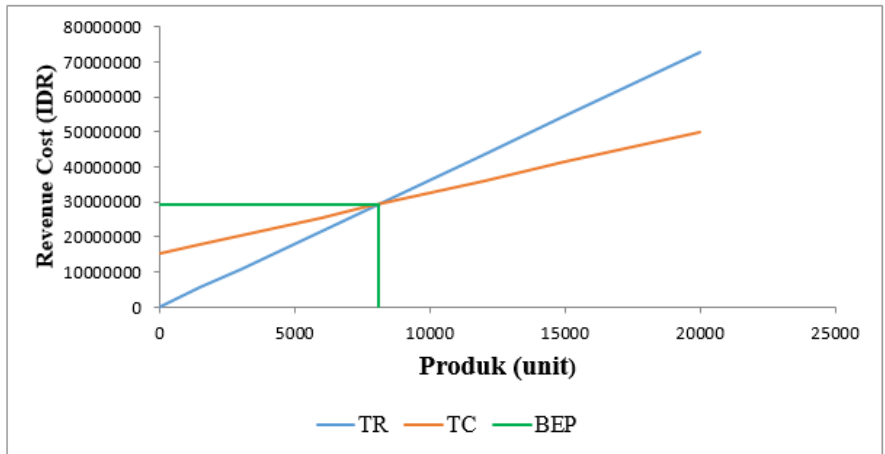
Pada penentuan BEP dengan metode grafik dapat diketahui dari perpotongan antara garis total cost dan total penghasilan selang waktu terbentuk.

**Tabel 7.5 Perhitungan Biaya Penjualan**

<b>Tube</b>	<b>Total Penghasilan (IDR)</b>	<b>Fixed Cost (Rp)</b>	<b>Variabel Cost (Rp)</b>	<b>Total Biaya (Rp)</b>
0	0	15241666.67	0	15241666.67
1500	5441976.88	15241666.67	2609962.50	17851629.17
3000	10883953.75	15241666.67	5219925.00	20461591.67
7500	27209884.38	15241666.67	13049812.50	28291479.17
9000	32651861.25	15241666.67	15659775.00	30901441.67
10500	38093838.13	15241666.67	18269737.50	33511404.17
15000	54419768.75	15241666.67	26099625.00	41341291.67
20000	72559691.67	15241666.67	34799500.00	50041166.67



Data dari Tabel 7.5 maka dapat dibuat Grafik 7.1 sehingga dapat diketahui BEP:



Grafik 7.1 Grafik Break Even Point (BEP)

Keterangan:

BEP = *Break Even Point*

Dari grafik tersebut diketahui bahwa BEP berada pada titik produksi unit ke 8072.88 tube dengan BEP Rupiah yang didapatkan sebesar Rp 29.288.268,54

## **BAB VIII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **8.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pembuatan Adhesive dari limbah styrofoam dan pertalite ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil uji berat jenis *adhesive* diperoleh data yang sesuai dengan SNI 06-0060-1998 ialah pada konsentrasi 5:3 untuk *adhesive* tanpa penambahan filler. Dan untuk *adhesive* dengan penambahan filler yang sesuai ialah pada perbandingan 5:3 dan 5:4. Pada SNI 06-0060-1998 menyatakan bahwa bereat jenis *adhesive* sekitar 1.190 – 1.200.
2. Hasil uji pH *adhesive* yang sesuai dengan SNI 06-0060-1998 ialah pada semua konsentrasi *adhesive* tanpa penambahan filler yang menunjukkan pH 8, dan untuk *adhesive* dengan penambahan filler yang sesuai ialah pada perbandingan 5:3, 5:4 dan 5:5 yang menyatakan pH 8 dan untuk konsentrasi lainnya didapai pH 7. Dimana SNI 06-0060-1998 menyatakan bahwa pH *adhesive* sekitar 7.6 – 8.6.
3. Hasil uji gelatinisasi untuk *adhesive* dengan penambahan filler bahwa yang sesuai dengan SNI 06-0060-1998 ialah semua perbandingan antara styrofoam dengan pelarut yang dapat diketahui waktu gelatinisasi lebih dari 60 menit. Begitupun juga untuk *adhesive* tanpa penambahan filler, seluruh konsentrasi sesuai dengan SNI 06-0060-1998 yang





menyatakan bahwa waktu gelatinisasi minimum 60 menit.

4. Hasil uji viskositas untuk *adhesive* tanpa penambahan filler bahwa yang sesuai dengan SNI 06-0060-1998 ialah saat perbandingan 5:3 dengan viskositas 149 cps, perbandingan 5:4 dengan viskositas 142 cps, dan 5:5 dengan viskositas 134 cps. Untuk *adhesive* dengan penambahan filler, perbandingan yang sesuai yakni perbandingan 5:3 dengan viskositas 150 cps, perbandingan 5:4 dengan viskositas 145 cps, dan 5:5 dengan viskositas 139. Yang diketahui dari SNI 06-0060-1998 untuk viskositas *adhesive* sekitar 100 – 150 cps.
5. Hasil uji keteguhan rekat untuk *adhesive* tanpa penambahan filler yang sesuai dengan SNI 06-0060-1998 ialah pada perbandingan 5:3 dengan keteguhan rekat 10 kg/cm<sup>2</sup>, perbandingan 5:4 dengan keteguhan rekat 10.8 kg/cm<sup>2</sup>, dan perbandingan 5:5 dengan keteguhan rekat 12 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan uji keteguhan rekat untuk *adhesive* dengan penambahan filler yang sesuai ialah pada perbandingan 5:3 dengan keteguhan rekat 10.12 kg/cm<sup>2</sup>, perbandingan 5:4 dengan keteguhan rekat 11.2 kg/cm<sup>2</sup>, dan perbandingan 5:5 dengan keteguhan rekat 12.2 kg/cm<sup>2</sup>. Dimana pada SNI 06-0060-1998 menyatakan bahwa keteguhan rekat kayu pada keadaan kering yakni minimum 10 kg/cm<sup>2</sup>.



6. BEP yang diperoleh sebesar Rp. 29.288.268,54 pada volume penjualan 8072.88 tube.

## 8.2 Saran

Berdasarkan percobaan pembuatan *adhesive* dari *styrofoam* dan pertalite, maka penulis merekomendasikan berupa saran-saran sebagai berikut:

1. Penggunaan *filler* lebih diperhatikan. Jika terlalu banyak menggunakan filler maka viskositas *adhesive* akan meningkat dan pada akhirnya tidak sesuai dengan standar.
2. Memilih variabel perbandingan *styrofoam* dan pelarut yang tepat agar *adhesive* tidak terlalu kental dan terlalu encer.
3. Lakukan pembersihan *styrofoam* hingga benar-benar bersih agar tidak ada *impurities* yang tertinggal didalam *adhesive*.

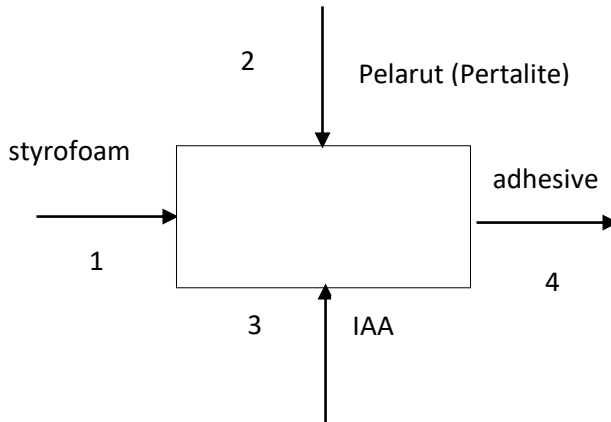


*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## APPENDIKS A NERACA MASSA

Produk akhir : *Adhesive* (Lem)  
Kapasitas produksi : 400 kg/bulan

- Neraca massa *adhesive* tanpa *filler*



Masuk		Keluar	
Komponen	Jumlah (kg)	Komponen	Jumlah (kg)
<b><u>Aliran 1</u></b> <b><u>(styrofoam)</u></b>		<b><u>Aliran 4</u></b> <i>Adhesive</i>	199,9999
-Polystyrene (93%)	116,2327		
-Pentana (7%)	8,7486		
<b><u>Aliran 2</u></b> <b><u>(Pelarut)</u></b>			
Pertalite	74,9888		
<b><u>Aliran 3</u></b> IAA	0,0297		
<b>Total</b>	199,9999	<b>Total</b>	199,9999

**Aliran 4** = Aliran 1 + Aliran 2 + Aliran 3

$$\begin{aligned} &= (116,2327 \text{ kg} + 8,7486 \text{ kg}) + 74,9888 \text{ kg} + 0,0297 \text{ kg} \\ &= 199,9999 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kandungan masing-masing bahan pada *adhesive* :

- Styrofoam

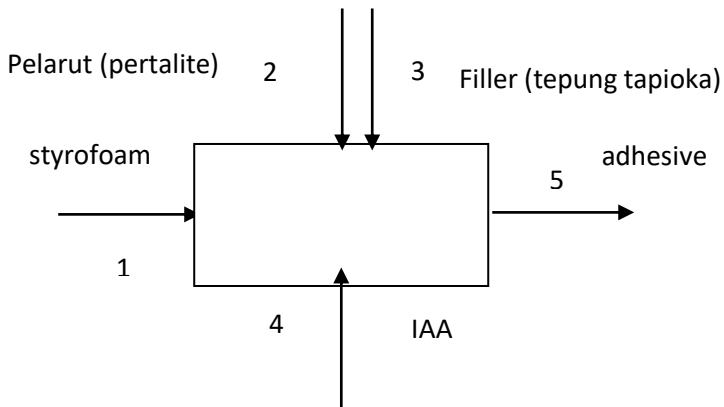
$$\begin{aligned} \text{Polystyrene} &= \frac{116,2327}{199,9999} \times 100\% \\ &= 58,1163 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pentana} &= \frac{8,7486}{199,9999} \times 100\% \\ &= 4,3743 \% \end{aligned}$$

- Pelarut 
$$= \frac{74,9888}{199,9999} \times 100\%$$
$$= 37,4944 \%$$

- IAA 
$$= \frac{0,0297}{199,9999} \times 100\%$$
$$= 0,01487 \%$$

- Neraca massa *adhesive* dengan *filler*



Masuk		Keluar	
Komponen	Jumlah (kg)	Komponen	Jumlah (kg)
<b><u>Aliran 1</u></b> <b><u>(styrofoam)</u></b>	92,9888	<b><u>Aliran 5</u></b> <i>Adhesive</i>	199,9996
-Polystyrene (93%)	6,9991		
-Pentana (7%)	59,9928		
<b><u>Aliran 2</u></b> <b><u>(pelarut)</u></b>	39,9952		
Pertalite	0,0236		
<b><u>Aliran 3</u></b> <i>Filler</i>			
<b><u>Aliran 4</u></b> IAA			
<b>Total</b>	199,9996	<b>Total</b>	199,9996

$$\begin{aligned}
 \text{Aliran 5} &= \text{Aliran 1} + \text{Aliran 2} + \text{Aliran 3} + \text{Aliran 4} \\
 &= (92,9888 \text{ kg} + 6,9991 \text{ kg}) + 59,9928 \text{ kg} + 39,9952 \\
 &\quad \text{kg} + 0,0236 \text{ kg} \\
 &= 199,9996 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kandungan masing-masing bahan pada *adhesive* :

- Styrofoam

$$\begin{aligned}
 \text{Polystyrene} &= \frac{92,9888}{199,9996} \times 100\% \\
 &= 46,4944 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pentana} &= \frac{6,9991}{199,9996} \times 100\% \\
 &= 3,4995 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Pelarut} &= \frac{59,9928}{199,9996} \times 100\% \\
 &= 29,9964 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Filler} &= \frac{39,9952}{199,9996} \times 100\% \\
 &= 19,9976 \% \\
 - \text{ IAA} &= \frac{0,0236}{199,9996} \times 100\% \\
 &= 0,0118 \%
 \end{aligned}$$

## APPENDIKS B

### NERACA PANAS

#### B.1 Data Perhitungan

Asumsi skala pabrik

- Kapasitas produksi : 400 Kg/bulan
- Suhu *reference* yang digunakan ( $T_{ref}$ ) : 25 °C

Perhitungan *Heat Capacity* pada senyawa dalam proses menggunakan metode ikatan penyusun senyawa

**Tabel B.1** Nilai Heat Capacity pada Jenis Ikatan

Jenis Ikatan	$\Delta C_p$ (kJ/kmol. °C)	Jenis Ikatan	$\Delta C_p$ (kJ/kmol. °C)
CH <sub>3</sub> —	36,82	OH—	44,7
—CH <sub>2</sub> —	30,38	—NH	43,93
—CH— 	20,92	—C—    O	52,97
CH <sub>2</sub> =	21,76	—S—	33,47
=C— 	15,90	—O—	35,15
=CH—	21,34		

Sumber: Perry (1997)

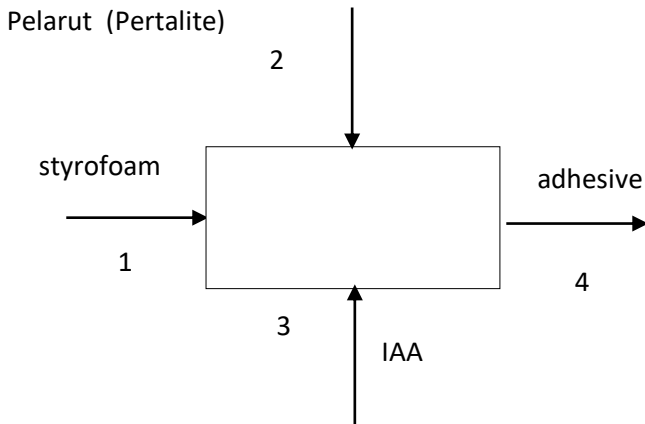


### B.1.1 Perhitungan Cp

- Cp Polystyrene : 165,70 kJ/kmol. °C = 1,59 kJ/kg. °C = 0,379764976 kcal/kg. °C
- Cp Pentana : 164,78 kJ/kmol. °C = 2,28 kJ/kg. °C = 0,544568644 kcal/kg. °C
- Cp Pentalite : 476,84 kJ/kmol. °C = 2,23 kJ/kg. °C = 0,532626349 kcal/kg. °C
- Cp IAA : 261,89 kJ/kmol. °C = 1,39 kJ/kg. °C = 0,331995796 kcal/kg. °C
- Cp *Filler* : 163,84 kJ/kmol. °C = 1,01 kJ/kg. °C = 0,241234356 kcal/kg. °C

### B.2 Tahap Pencampuran

- Tanpa *filler*



Aliran Masuk:

- Aliran 1:

#### Neraca Panas Komponen Aliran 1

Komp	Massa (kg)	Cp (Cal/g.°C)	T (°C)	T - T <sub>ref</sub> (°C)	Q (Cal)

Polystyrene	116,23 27	0,3797649 76	29	4	176,56440 62
Pentana	8,7486	0,5445686 44	29	4	19,056852 96
<b>Total</b>					195,62125 92

- Aliran 2:

- **Neraca Panas Komponen Aliran 2**

<b>Komp</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Cp (Cal/g.°C)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>T - T<sub>ref</sub> (°C)</b>	<b>Q (Cal)</b>
Pertalite	74,988 8	0,53262634 9	29	4	159,76404 3
<b>Total</b>					159,76404 3

- Aliran 3:

- **Neraca Panas Komponen Aliran 3**

<b>Komp</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Cp (Cal/g.°C)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>T - T<sub>ref</sub> (°C)</b>	<b>Q (Cal)</b>
IAA	0,029 7	0,3319957 96	29	4	0,039441100 56
<b>Total</b>					0,039441100 56

Aliran keluar

- Aliran 4:

- **Neraca Panas Komponen Aliran 4**

<b>Komp</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Cp (Cal/g.°C)</b>	<b>T (°C )</b>	<b>T - T<sub>ref</sub> (°C )</b>	<b>Q (Cal)</b>
Polystyre ne	116,23 27	0,3797649 76	28	3	132,4233 26
Pentana	8,7486	0,5445686 44	28	3	14,29263 97
Pertalite	74,988 8	0,5326263 49	28	3	119,8230 32
IAA	0,0297	0,3319957 96	28	3	0,029580 83
<b>Total</b>					266,5685 78

*Adhesive* = 400 kg/bulan

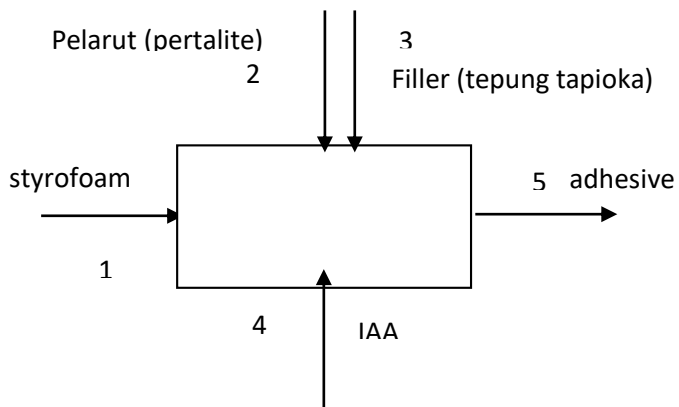
<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>	
<b>Komponen</b>	<b>Q (cal)</b>	<b>Komponen</b>	<b>Q (cal)</b>
<b><u>Aliran 1</u></b>		<b><u>Aliran 4</u></b>	
<b><u>(styrofoam)</u></b>		<i>Adhesive</i>	266,568578
-Polystyrene (93%)	176,5644062		
-Pentana (7%)	19,05685296	<b>Q loss</b>	88,85616

<b><u>Aliran 2</u></b> <b><u>(Pelarut)</u></b> Pertalite	159,764043		
<b><u>Aliran 3</u></b> IAA	0,03944110056		
<b>Total</b>	355,4247433	<b>Total</b>	355,4247433

Kandungan masing-masing bahan pada *adhesive* :

- Styrofoam
  - Polystyrene : 58,1163 %
  - Pentana : 4,3743 %
- Pelarut : 37,4944 %
- IAA : 0,01487 %

- **Dengan Filler**



Aliran Masuk:

- Aliran 1:

**Neraca Panas Komponen Aliran 1**

<b>Komp</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Cp (Cal/g.°C)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>T - T<sub>ref</sub> (°C)</b>	<b>Q (Cal)</b>
Polystyrene	92,988	0,379764976	29	4	141,2555576
Pentana	6,9991	0,544568644	29	4	15,24596158
<b>Total</b>					156,5015192

- Aliran 2:

**- Neraca Panas Komponen Aliran 2**

<b>Komp</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Cp (Cal/g.°C)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>T - T<sub>ref</sub> (°C)</b>	<b>Q (Cal)</b>
Pertalite	59,9928	0,532626349	29	4	127,8149841
<b>Total</b>					127,8149841

- Aliran 3:

**- Neraca Panas Komponen Aliran 3**

<b>Komp</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Cp (Cal/g.°C)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>T - T<sub>ref</sub> (°C)</b>	<b>Q (Cal)</b>

<i>Filler</i>	39,995 2	0,24123435 6	29	4	38,5928652 6
<b>Total</b>					38,5928652 6

- Aliran 4:

- **Neraca Panas Komponen Aliran 4**

<b>Kom p</b>	<b>Mass a (kg)</b>	<b>Cp (Cal/g.°C)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>T - T<sub>ref</sub> (°C)</b>	<b>Q (Cal)</b>
IAA	0,023 6	0,33199579 6	29	4	0,03134040 3
<b>Total</b>					0,03134040 3

Aliran keluar

- Aliran 5:

- **Neraca Panas Komponen Aliran 5**

<b>Komp</b>	<b>Mass a (kg)</b>	<b>Cp (Cal/g.°C)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>T - T<sub>ref</sub> (°C)</b>	<b>Q (Cal)</b>
Polystyrene	92,98 88	0,3797649 76	28	3	105,94166 82
Pentana	6,999 1	0,5445686 44	28	3	11,434471 19
Pertalite	59,99 28	0,5326263 49	28	3	95,861238 09

<i>Filler</i>	39,99 52	0,2412343 56	28	3	28,944648 95
IAA	0,023 6	0,3319957 96	28	3	0,0235053 02
<b>Total</b>					242,20553 17

*Adhesive* = 400 kg/bulan

<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>	
<b>Komponen</b>	<b>Q (cal)</b>	<b>Komponen</b>	<b>Q (cal)</b>
<b><u>Aliran 1</u></b> <b><u>(styrofoam)</u></b>		<b><u>Aliran 5</u></b> <i>Adhesive</i>	242,2055317
-Polystyrene (93%)	141,2555576		
-Pentana (7%)	15,24596158		
<b><u>Aliran 2</u></b> <b><u>(Pelarut)</u></b>		<b>Q loss</b>	80,73518
Pertalite	127,8149841		
<b><u>Aliran 3</u></b> <i>Filler</i>	38,59286526		
<b><u>Aliran 4</u></b> IAA	0,031340403		
<b>Total</b>	322,9407089	<b>Total</b>	322,9407089

Kandungan masing-masing bahan pada *adhesive* :

- Styrofoam

	Polystyrene	: 46,4944 %
	Pentana	: 3,4995 %
-	Pelarut	: 29,9964 %
-	<i>Filler</i>	: 19,9976 %
-	IAA	: 0,0118 %



## BIODATA PENULIS



Yogantoro Suprpto, lahir tanggal 16 Agustus 1997 di Balikpapan, Kalimantan Timur. Setelah menamatkan Sekolah Menengah Atas di SMAN 6 Surabaya, penulis melanjutkan studi di Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS Surabaya).

Alamat e-mail :

[yogasuprpto@icloud.com](mailto:yogasuprpto@icloud.com)



Priyagung Bagus Nugroho, lahir tanggal 29 Agustus 1997 di Surabaya, Jawa Timur. Setelah menamatkan Sekolah Menengah Atas di SMA Barunawati Surabaya, penulis melanjutkan studi di Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS Surabaya).

Alamat e-mail :

[priyagungbagus@gmail.com](mailto:priyagungbagus@gmail.com)